

A black and white portrait of a man with short, dark hair, wearing a light-colored shirt and a dark tie. He is looking directly at the camera with a slight smile. The portrait is set against a teal background that transitions into a darker teal on the right.

ANDRÉ

JULES BALANÇA

Depoimento



Memória da Eletricidade
Programa de História Oral

ANDRÉ JULES BALANÇA

Depoimento

MEMBROS INSTITUIDORES

Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRAS
Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. - ELETRONORTE
Companhia Hidroelétrica do São Francisco - CHESF
ELETROSUL Centrais Elétricas S.A.
FURNAS Centrais Elétricas S.A.
LIGHT Serviços de Eletricidade S.A.
Espírito Santo Centrais Elétricas S.A. - ESCELSA
Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL
Associação Brasileira de Companhias de Energia Elétrica - ABCE
Associação de Empresas Distribuidoras de Eletricidade do Norte, Nordeste e Centro-Oeste - AEDENNE

MEMBROS MANTENEDORES

Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRAS
Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. - ELETRONORTE
Companhia Hidroelétrica do São Francisco - CHESF
ELETROSUL Centrais Elétricas S.A.
FURNAS Centrais Elétricas S.A.
LIGHT Serviços de Eletricidade S.A.
Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG
Celg Distribuição S.A. - CELG D
Companhia Paranaense de Energia - COPEL
Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica - CEEE D

A555

André Jules Balança: depoimento / [coordenação]
Paulo Brandi de Barros Cachapuz. – Rio de Janeiro: Centro
da Memória da Eletricidade no Brasil, 2011.
92p. : il. ; 20 cm.

ISBN 978-85-85147-84-6

1. Balança, André Jules. 2. Engenheiros – Biografia.
3. Energia Elétrica – Brasil – História. I. Centro da Memória
da Eletricidade no Brasil.

CDD 926.2

Centro da Memória da Eletricidade no Brasil

ANDRÉ JULES BALANÇA
Depoimento

Rio de Janeiro, 2011

Centro da Memória da Eletricidade no Brasil - MEMÓRIA DA ELETRICIDADE
© 2011

PRESIDENTE | Mario Fernando de Melo Santos

DIRETORA-EXECUTIVA INTERINA | Liliana Neves Cordeiro de Mello

COORDENADORIA DE PESQUISA | Ligia Maria Martins Cabral

COORDENADORIA DO CENTRO DE REFERÊNCIA | Leila Lobo de Mendonça

COORDENADORIA DE COMUNICAÇÃO | Liliana Neves Cordeiro de Mello

COORDENADORIA DE ADMINISTRAÇÃO | Carlos Henrique da Silva

ELABORAÇÃO

COORDENAÇÃO | Paulo Brandi de Barros Cachapuz

ENTREVISTA | Paulo Brandi de Barros Cachapuz

TRANSCRIÇÃO | Maria Izabel Cruz Bitar

EDIÇÃO E REVISÃO | Armando Olivetti Ferreira

TRADUÇÃO | Armando Olivetti Ferreira

PESQUISA ICONOGRÁFICA | Paulo Brandi de Barros Cachapuz

DIGITALIZAÇÃO DE IMAGENS | Leila Lobo de Mendonça

ÍNDICE | Leila Lobo de Mendonça

PROJETO GRÁFICO E EDITORAÇÃO ELETRÔNICA | Liliana Neves Cordeiro de Mello

Apresentação

Este livro apresenta o depoimento do engenheiro francês André Jules Balança ao Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, somando-se a outras publicações do programa de história oral da instituição. Trata-se de versão editada da entrevista que o engenheiro gravou sobre sua trajetória profissional, focalizando em especial sua participação na obra da usina de Paulo Afonso I durante o período em que trabalhou na Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf).

O programa de história oral da Memória da Eletricidade foi criado em 1986, no início das atividades do centro, com o objetivo de ampliar o conjunto de fontes documentais para o estudo da história do setor elétrico brasileiro e subsidiar projetos de pesquisa sobre temas específicos. O acervo do programa já totaliza cerca de 350 horas de entrevistas com dirigentes, técnicos e colaboradores do setor elétrico e personalidades que desempenharam papel relevante no debate sobre questões institucionais do setor.

Especialista em engenharia hidráulica, André Balança foi um extraordinário colaborador do setor elétrico ao longo de sua carreira profissional no Brasil, iniciada na Chesf. Formado pelo Instituto Eletrotécnico de Toulouse, ele integrou a equipe técnica responsável pela construção da usina

de Paulo Afonso, primeira grande hidrelétrica projetada e executada pela engenharia nacional. Chegou ao Brasil em 1949 e destacou-se como um dos principais auxiliares do engenheiro Octavio Marcondes Ferraz, diretor técnico da Chesf, autor do projeto básico e chefe das obras de Paulo Afonso.

Engenheiro da Chesf até 1956, André Balança prosseguiu carreira na Servix, firma empreiteira de obras, instalações e montagens, dirigindo as atividades de projeto de hidrelétricas. Em 1965, integrou o grupo fundador da Engevix, empresa de engenharia consultiva criada por iniciativa da própria Servix. Diretor da Engevix por vinte e cinco anos, formou e liderou as equipes da empresa que ajudaram a projetar as usinas de Chavantes, Capivara, Itaúba, Mascarenhas, Tucuruí, Itaipu e Angra 2, entre outras. A partir de 1990, atuou como consultor em outros trabalhos para o setor elétrico, permanecendo ligado à Engevix até o final de sua vida.

Francês com sobrenome de ressonância portuguesa, André Jules Balança fincou raízes em nosso país e prestou uma colaboração de valor inestimável ao setor elétrico brasileiro, deixando a marca de seu gênio inventivo em vários empreendimentos, a começar por Paulo Afonso I. Ele montou o primeiro laboratório hidráulico da Chesf com dois modelos reduzidos para o estudo do aproveitamento de Paulo Afonso. Esse primeiro e modesto laboratório, que conheci em meus tempos de estagiário na empresa, foi fundamental para o êxito da excepcional obra de fechamento do braço principal do rio São Francisco.

Em boa hora, o engenheiro José Marcondes Brito de Carvalho, conselheiro da Memória da Eletricidade, lançou a ideia dessa publicação, acolhida com entusiasmo pela direção da Chesf. Como ele bem observou, o depoimento de Balança é especialmente tocante para todos os chesfianos e constitui, sem dúvida, documento do mais alto interesse para os estudiosos da história do setor elétrico.



MARIO FERNANDO DE MELO SANTOS
Presidente da Memória da Eletricidade

Sumário

11	INTRODUÇÃO
17	DEPOIMENTO
69	O FECHAMENTO DO RIO SÃO FRANCISCO NA USINA DE PAULO AFONSO
85	ÍNDICE ONOMÁSTICO

Introdução

O engenheiro francês André Jules Balança trabalhou desde jovem no Brasil e prestou notável contribuição técnica nos estudos e na execução de empreendimentos hidrelétricos que marcaram época na história do setor elétrico brasileiro, como Paulo Afonso, Tucuruí e Itaipu.

Nascido em Toulouse em 10 de novembro de 1925, André Balança estudou engenharia elétrica e hidráulica no Instituto Eletrotécnico de Toulouse, graduando-se em 1948. Seis meses depois de formado, mudou-se para o Brasil. Veio especialmente para participar da construção da usina de Paulo Afonso I, marco inicial das grandes realizações da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf).

O engenheiro era assistente do professor Léopold Escande no laboratório de hidráulica de Banlève, em Toulouse, quando foi convidado a trabalhar na Chesf. Em setembro de 1948, o professor Escande visitou o Brasil para uma série de conferências, sendo recebido no Rio de Janeiro pelo engenheiro Octavio Marcondes Ferraz, diretor-técnico da Chesf. Formado na França e com muitos contatos naquele país, Marcondes Ferraz pediu-lhe a indicação de um engenheiro hidráulico para colaborar nos estudos do aproveitamento de Paulo Afonso. O professor Escande recomendou o nome de seu jovem assistente, que aceitou prontamente o convite.

“Para mim era um desafio”, conta Balança no seu depoimento à Memória da Eletricidade. “Era a primeira vez que saía da minha cidade, a minha primeira viagem de avião, e para um país estrangeiro do qual eu não conhecia a língua. Mas fui com todo o entusiasmo.” Em janeiro de 1949, ele desembarcou no Rio de Janeiro em pleno verão carioca e, dez meses depois, mudou-se para Paulo Afonso, onde teve atuação destacada como assistente de Marcondes Ferraz.

O engenheiro permaneceu em Paulo Afonso durante seis anos, colaborando em boa parte dos projetos civis da usina e no estudo sobre o fechamento do braço principal do rio São Francisco, considerado o maior desafio do empreendimento. Balança montou o primeiro laboratório de hidráulica da Chesf, instalado junto à Usina Piloto, pequena hidrelétrica inaugurada em 1949 para o fornecimento de energia ao canteiro de obras e localidades próximas.

O fechamento do rio São Francisco, por meio de ensecadeiras celulares, foi meticulosamente estudado por Marcondes Ferraz e Balança no laboratório de hidráulica da Chesf. Ali, foram feitos os testes em modelo reduzido do caixão flutuante ou “navio”, utilizado na primeira etapa de fechamento do rio. O laboratório demonstrou a viabilidade do fechamento da outra metade do rio por um processo original: a formação de um enrocamento de pedras-de-mão com o auxílio de duas treliças de aço, conhecidas como “gaiolas”. O Banco Mundial chegou a questionar essa solução, mas a operação foi realizada com pleno êxito, permitindo a entrada em funcionamento da usina de Paulo Afonso em dezembro de 1954.

Em abril de 1956, Balança deixou a Chesf e passou a integrar os quadros da Servix Engenharia, empresa construtora sediada no Rio de Janeiro. Em seus primeiros tempos na Servix, colaborou nos projetos de construção da casa de força da usina de Cajuru, da Centrais Elétricas de Minas Gerais (Cemig), e das hidrelétricas de Salto Grande e Jurumirim, da Usinas Elétricas do Paranapanema (Uselpa).

Em 1958, ano de seu casamento com a brasileira Nelly Corina Sodré de Magalhães, foi incumbido de montar o escritório técnico da Servix em São Paulo. Em 1962, regressou ao Rio de Janeiro e assumiu a chefia do es-

critério técnico da empresa. Ajudou a projetar as hidrelétricas de Chavantes e Capivara, também da Uselpa, e coordenou os estudos de viabilidade da usina de Mascarenhas, no rio Doce, Espírito Santo, empreendimento iniciado pela Companhia Central Brasileira de Força Elétrica (CCBFE) e concluído pela Espírito Santo Centrais Elétricas (Escelsa).

Balança foi um dos fundadores da Engevix S. A. – Estudos e Projetos de Engenharia, constituída em 1965 por iniciativa da Servix para atuar exclusivamente na área de projetos. Diretor da Engevix durante mais de 30 anos, foi o grande líder técnico da empresa, contribuindo na elaboração de projetos de engenharia de grandes empreendimentos hidrelétricos, entre os quais Tucuruí, da Centrais Elétricas do Norte do Brasil (Eletronorte) e Itaipu, da empresa binacional brasileiro-paraguaia. Em 1989, deixou a diretoria da Engevix, passando a trabalhar como assessor e, depois, como consultor da empresa, em tempo parcial.

Em julho de 2008, a pedido da Memória da Eletricidade, o engenheiro concedeu depoimento sobre sua trajetória profissional. Ele chegou a rever o texto transcrito, elucidando algumas dúvidas.

André Balança faleceu no Rio de Janeiro em 3 de julho de 2010. O texto do depoimento ora publicado corresponde à versão editada da entrevista gravada dois anos antes.

Julgou-se interessante publicar também a monografia de Marcondes Ferraz e André Balança sobre a construção da barragem móvel no braço principal do rio São Francisco em Paulo Afonso, apresentada em julho de 1954 na Reunião Parcial do Rio de Janeiro da Conferência Mundial de Energia (CME).

Primeiro grande conclave da CME no Brasil, a Reunião Parcial do Rio de Janeiro contou com 600 participantes de 34 países. Organizado pelo Comitê Nacional Brasileiro da CME, o encontro foi presidido pelo engenheiro Antônio José Alves de Souza, diretor-presidente da Chesf. A construção da usina de Paulo Afonso foi tema de várias monografias discutidas nas sessões técnicas da reunião entre 25 e 31 de julho no Hotel Quitandinha, em Petrópolis (RJ).

Publicada em francês nos anais da Reunião Parcial do Rio de Janeiro, a monografia de Marcondes Ferraz e Balança descreve o plano de fechamento do braço principal do rio São Francisco em duas etapas, o uso do “navio” na montagem da primeira ensecadeira celular, o árduo trabalho de escavação das fundações da barragem de comportas no interior da primeira ensecadeira e o que ainda restava ser feito para concluir o fechamento do rio, ou seja, a construção do enrocamento com o auxílio das treliças de aço. O enrocamento foi concluído em 19 de julho de 1954: o rio São Francisco foi controlado exatamente como previsto nos estudos em modelo reduzido do laboratório hidráulico montado por André Balança.

Reunidos neste livro, o depoimento de Balança à Memória da Eletricidade e a monografia escrita pelo engenheiro em colaboração com Marcondes Ferraz são documentos de grande valia para o estudo do empreendimento que tanto contribuiu para eletrificação e o desenvolvimento da região Nordeste.

O depoimento conta com 15 imagens e numerosas notas sobre personalidades e empreendimentos citados por Balança. A monografia inclui os desenhos e fotografias originalmente publicados nos anais da Reunião Parcial do Rio de Janeiro da Conferência Mundial da Energia.

Depoimento

Dr. Balança, é um prazer tê-lo conosco. E para começar a nossa conversa, gostaríamos que o senhor nos falasse de suas origens: família, data e local de nascimento e formação escolar. E uma curiosidade, o seu sobrenome tem origem portuguesa?

Eu nasci em Toulouse, na França, a 10 de novembro de 1925, portanto estou com 82, quase 83 anos. Nasci de uma família de trabalhadores, de origem camponesa. Eles nasceram perto da fronteira espanhola, no departamento de Ariège, na mesma aldeia, uma aldeia muito pequena, se reencontraram depois da guerra e aí se casaram. Eu sou o segundo filho, em uma família de três filhos. O meu sobrenome, não sei se tem origem portuguesa, mas existem muitos Balança no sul da França, inclusive Balansa, escrito com s, em vez de ç. Mas é um nome relativamente comum. Portanto, não tenho nada com a origem portuguesa. Mas o dialeto usado na região de Toulouse, no sul, perto da fronteira da Espanha, lembra muito o português, realmente. E quando eu falava na frente dos meus pais com a minha senhora, o meu pai entendia absolutamente tudo.



André Balança e a esposa Nelly Corina Sodré de Magalhães Balança com a família do engenheiro na primeira viagem do casal à França. A partir da esquerda: Michel Balança (sobrinho), Marie Peybernes Balança, (mãe), Nelly e André Balança, Paul Balança (pai), Dina Balança (cunhada) e Ivon Balança (irmão). Toulouse, 1960



André Balança, quinto a partir da esquerda na fila superior, e a turma da classe preparatória do Instituto Eletrotécnico de Toulouse. Toulouse, 1944

A sua senhora é brasileira?

A minha senhora é brasileira. Eu a conheci no trabalho, quando ingressei na Servix¹.

Por que o senhor decidiu estudar engenharia hidráulica?

Foi meramente por acaso. Eu queria seguir a carreira aeronáutica, e a minha escola tinha a possibilidade de fazer um curso de engenharia aeronáutica, mas o problema é que se apresentaram cinco para fazer esse curso que necessitava quinze professores, então a escola julgou não ser possível manter um curso desses com tão poucos alunos. Então, eu fiz engenharia elétrica com a especialidade em hidráulica, que veio um pouco mais tarde, quando fui convidado pelo diretor da escola, o professor Léopold Escande², para trabalhar com ele no laboratório de hidráulica. Aí tomei gosto, mesmo.

O senhor fez todos os seus estudos na sua cidade natal, Toulouse?

Sim. Primeiro em uma escola primária pública, e depois, no ginásio, fiz um concurso e ganhei uma bolsa que me permitiu estudar praticamente de graça, inclusive a faculdade. Esse concurso realmente me ajudou muito, porque a minha família não tinha muitos meios, mas consegui me formar sem grandes problemas.

O senhor cursou o liceu – como se diz na França – durante a Segunda Guerra Mundial?

Sim, exatamente. Mas não houve problema. Os meus estudos ocorreram quase normalmente. Apenas, durante as férias, eu era obrigado a arranjar um trabalho, senão a tropa de ocupação levava o pessoal desocupado para trabalhar na Alemanha.

Toulouse chegou a ser ocupada pelos alemães?

Houve primeiro uma zona ocupada, mas, no final, os alemães ocuparam a França inteira.

Nós gostaríamos que o senhor nos falasse da sua formação no Instituto Eletrotécnico de Toulouse e de sua experiência como assistente do professor Léopold Escande. O senhor conheceu estudantes brasileiros ao tempo de seus estudos em Toulouse?

Eu me formei em um curso rápido, devido ao período de reconstrução da França depois da guerra. O curso era de três anos, mas intenso: tínhamos pelo menos 35 a 36 horas de aula por semana, e o curso abrangia muitas matérias mesmo, inclusive a parte civil da construção, que normalmente não faz parte de um curso de eletrotécnica. Naquela ocasião eu conheci estudantes brasileiros. Eu me lembro mais do Curie³, que nós achávamos interessante porque tinha o nome da Marie Curie⁴, do átomo, da física atômica. E outros, que depois eu passei a conhecer. Esses estudantes se destacavam lá, tanto é que eles eram convidados pelos professores para serem seus assistentes. E esse Curie era o chefe do laboratório de trabalhos práticos.

Mas o senhor foi, também, assistente do professor Escande.

Exatamente. Eu tinha certo relacionamento com o sr. Escande porque nós tínhamos vizinhos comuns – ele morava pertinho da minha casa –, e foi mais por uma espécie de simpatia que ele me convidou para trabalhar no laboratório. Nós éramos, me parece, três estudantes convidados pelo professor, e eu me ocupei de um modelo reduzido da barragem de Bort-les-Orgues⁵, uma das grandes usinas francesas, que estava em construção na época. E trabalhei também na barragem de Palamini, que é uma pequena barragem do sul da França.

São barragens para a geração de energia?

Sim. A barragem de Bort-les-Orgues tinha, me parece, uns 300 megawatts, e tinha um grupo esquisito, funcionando a contrafluxo: a água entrava por jusante e era despejada depois para dentro da represa – vinha, evidentemente, de um reservatório superior. E justamente o desemboque dentro da barragem foi a peça que eu estudei no laboratório. Além disso, fazíamos muitos cálculos, para desenvolver as teorias do professor Escande. No laboratório, trabalhei na parte de construção e estudo do modelo e, também, na parte teórica, para ajudar o professor Escande nas suas pesquisas.

O professor Escande é renomado e tem importância especial na sua formação.

Era um professor de renome. Ele escreveu muitos livros sobre hidráulica e tinha uma elegância natural no seu comportamento. Quando dava as aulas, ele enchia um quadro-negro de fórmulas com a maior facilidade. Uma memória fantástica. Era realmente uma pessoa que nós, estudantes, admirávamos.

E ele esteve aqui no Brasil, em 1948. Nós gostaríamos que o senhor falasse sobre o convite para trabalhar na Chesf.

Nessa ocasião, ele fez muitas conferências, tanto lá no Nordeste, em Recife e Salvador, como no Rio, em São Paulo... Não recorro se ele esteve no Rio Grande do Sul. Mas nessa ocasião ele fez muitos contatos, inclusive com o dr. Marcondes Ferraz⁶, que sempre foi ligado à França, como ex-aluno do Instituto de Grenoble e como representante da Sociedade dos Engenheiros e Científicos da França, à qual eu me filiei depois, a convite dele.

E como foi esse convite para vir para o Brasil trabalhar na Companhia Hidro Elétrica do São Francisco? Quais foram os fatores?



O professor Léopold Escande, à direita, em visita ao Clube de Engenharia, no Rio de Janeiro. Acompanhado pelo engenheiro Octavio Marcondes Ferraz, primeiro à esquerda, o professor pronunciou conferência sobre barragens hidrelétricas e aparelhagem para descarga por meio de galerias subterrâneas. Rio de Janeiro, RJ, setembro de 1948



Octavio Marcondes Ferraz apresenta o projeto do aproveitamento hidrelétrico de Paulo Afonso ao presidente Eurico Gaspar Dutra, em reunião na sede da Chesf. Rio de Janeiro, RJ, março de 1949

O dr. Marcondes Ferraz estava começando a organizar a parte técnica da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco e precisava de um engenheiro hidráulico que pudesse ajudá-lo a terminar, primeiro, o relatório de viabilidade, e depois, quiçá, desenvolver os projetos. E ele pediu então ao prof. Escande uma pessoa que pudesse preencher essa lacuna, e eu fui indicado. Eu tinha uma proposta de contrato de dez meses, com bom salário, e não hesitei. Realmente aceitei de imediato. Para mim, era uma aventura: era a primeira vez que saía da minha cidade, a minha primeira viagem de avião, e para um país estrangeiro do qual eu não conhecia a língua. Mas fui com todo o entusiasmo. Cheguei aqui, fui bem recebido e comecei a trabalhar.

E quando chegou ao Brasil?

No dia 19 de janeiro de 1949. Eu me formei em julho, quer dizer, era praticamente seis meses depois da minha formatura. Evidentemente, eu era um jovem engenheiro. E logo na chegada, tive que me confrontar com um problema um pouco inusitado: uma chaminé de equilíbrio em um túnel a jusante da casa de máquinas, em Paulo Afonso. Esse problema eu já comecei a estudar no Rio, entre janeiro e outubro de 1949. Nessa ocasião nós terminamos o projeto de viabilidade, que foi apresentado ao marechal Dutra⁷, que veio especialmente aos escritórios na rua Visconde de Inhaúma, da Chesf, e ele foi apresentado ao corpo de engenheiros, e eu apertei a mão dele, muito satisfeito – era a primeira vez que eu apertava a mão de um presidente da República –, muito orgulhoso.

Mas quais foram as suas impressões iniciais do Brasil, do Rio de Janeiro?

Eu cheguei ao Rio de Janeiro, um cenário fabuloso – eu pouco tinha visto o mar na minha vida –, e fiquei deslumbrado. Cheguei em pleno verão. Eu vinha de Paris, nevando lá, com um capotão forrado de pelo de carneiro, no pior do verão carioca, a 40 graus, e achei um tanto quente. Mas

tirando a jaqueta, comecei a respirar. E fui me adaptando logo. Comecei a aprender o português e rapidamente me senti no ambiente. Eu me achava em férias eternas, embora trabalhando bastante. A minha impressão da cidade foi excelente, porque eu vinha de uma cidade onde – por exemplo – os esgotos eram a céu aberto, ainda na sarjeta. Toulouse era uma cidade muito suja na época.

Mas era a quarta cidade mais importante da França.

Sim, depois ela melhorou, foi urbanizada, embelezada e hoje em dia é uma cidade onde é bom viver. Mas naquela ocasião, fiquei deslumbrado com o Rio de Janeiro. Para mim, era o país do futuro realmente. E afinal, no Rio de Janeiro não tinha muita coisa para fazer, porque o trabalho era lá em Paulo Afonso, então me pediram para ir a Paulo Afonso, em outubro de 49, e eu fui.

Foi nessa época que o senhor esteve em Paulo Afonso pela primeira vez?

Pela primeira vez. E depois fiquei lá. Eu tinha um contrato de dez meses, mas no fim de dez meses ninguém me perguntou se eu queria ficar ou se queria sair, e eu queria ficar, então, fiquei.

E quais foram as suas primeiras impressões?

Em Paulo Afonso, evidentemente, a primeira impressão foi péssima, porque a caatinga é praticamente um deserto, com alguns tufos e os mandacarus... E o acampamento, em construção ainda, tinha muito pouca coisa. E o trabalho apenas começava. Tinha-se acabado a Usina Piloto⁸ e trabalhava-se na escavação da primeira parte da barragem. Quer dizer, praticamente nada. Então, o meu primeiro trabalho foi construir uma piscina – eu fiz o projeto da piscina – e um campo de tênis. Eu jogava tênis na França, então eu gostaria de poder continuar jogando. Esses foram os meus primeiros trabalhos.



Casas da Vila Alves de Souza, no acampamento das obras de Paulo Afonso. Antes da chegada da Chesf, existiam apenas algumas casas de taipa na região, cuja aridez chamou a atenção de Balança. Paulo Afonso, BA, 1949

Depois, engrenei nos projetos mesmo. Inclusive, participei da instalação do canteiro: fiz todo o arranjo da central de britagem, bases dos equipamentos da central de concreto. E depois comecei a trabalhar nos primeiros projetos, que eram projetos civis, relativos às barragens. Praticamente, a não ser o estudo de viabilidade, não existia absolutamente nada do projeto executivo.

Mas o senhor chegou a colaborar no estudo de viabilidade, aqui no Rio de Janeiro?

Cheguei.

E na época do estudo de viabilidade, o senhor se lembra de outros anteprojetos ou estudos que foram utilizados, vistos, analisados pela Chesf?

Não. Aquele problema da chaminé de equilíbrio a jusante da usina, para mim, era uma coisa nova, que passei a estudar teoricamente e resolvi realmente. Eu depois consultei o professor Escande para saber se tinha agido corretamente, ele me disse que estava tudo bem, então fiquei tranquilo. Mais tarde, passei a fazer o projeto executivo da chaminé, à qual acrescentei um diafragma, que também era uma espécie de novidade, mas que permitiu reduzir um pouco a escavação na chaminé.

Mas essa chaminé tinha uma função importante, não é?

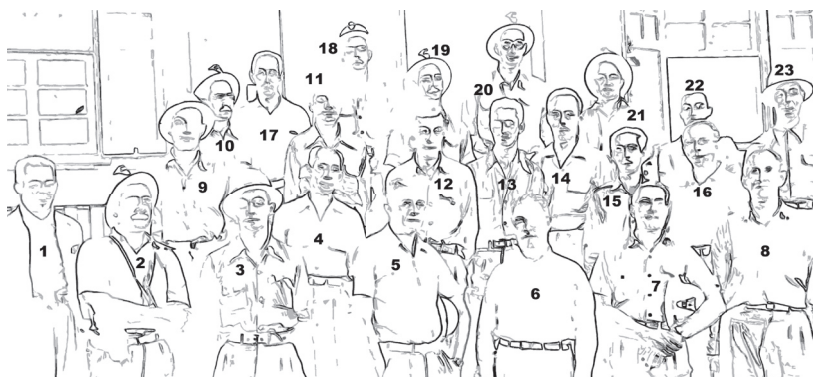
Exatamente. Porque o túnel de descarga da usina pode funcionar como um canal, em águas muito baixas, tanto é que precisa até represar as águas a jusante, e pode funcionar completamente em carga, quando o túnel enche, durante as enchentes. E aí a chaminé começa a funcionar. Ela tem a função de estabilizar o nível d'água a jusante das turbinas.

O senhor já tinha visto ou estudado projetos de usinas subterrâneas?

Não. A esse respeito, a Chesf tinha um consultor muito competente, o dr. Marchetti⁹, um italiano radicado em São Paulo, que fez o projeto da escavação. Foi ele que acompanhou, pessoalmente. Ele ia muitas vezes a Paulo Afonso, e foi um dos raros especialistas que trabalhou em Paulo Afonso. Praticamente o projeto foi feito inteirinho em Paulo Afonso, inclusive das linhas de transmissão. Quem fez os primeiros estudos elétricos foi o dr. Santiago¹⁰, que vinha de Itajubá e que fez escola: depois, saindo da Chesf, ele foi ser professor lá na Escola de Itajubá. E ele trabalhava com o Alfredo Nigri¹¹, que vinha do Egito e que era uma pessoa competente também, trabalhavam sob a chefia do dr. Jason¹², que também era um competente engenheiro eletricitista. Todo o projeto civil, mecânico e elétrico foi feito em Paulo Afonso, e a construção era da própria Chesf. Não havia empreiteira. A não ser nas linhas de transmissão, que foram feitas pela Morrison Knudsen. Mas até as subestações abaixadoras foram feitas pela própria Chesf.



Octavio Marcondes Ferraz e engenheiros da Diretoria Técnica da Chesf. Paulo Afonso, BA, [1951-1953]



1. Fausto Soares de Andrade, 2. Lenine de Melo Mota, 3. Fernando Rezende, 4. Ernani Wood, 5. Dermeval Vieira de Rezende (Chefe das Obras), 6. Octavio Marcondes Ferraz (Diretor Técnico), 7. Júlio Miguel de Freitas (Chefe de Projetos), 8. Nicolai Porliebin, 9. André Bujnick, 10. Hélio Gadelha de Abreu, 11. Múcio Mendonça de Lacerda, 12. Jason Marques da Costa, 13. Roberto de Azevedo Montenegro, 14. Erwin Iklody, 15. Humberto Baltar de Medeiros, 16. Não identificado, 17. Silvio Aderne, 18. Geraldo de Souza Coelho, 19. José Martins de Souza, 20. Reginaldo Rebuzzi Sarcinelli, 21. Cyril Iwanow, 22. André Jules Balança, 23. Jiri Stein

O senhor pode nos falar do seu relacionamento com diretores, engenheiros e outros empregados da Chesf?

O meu relacionamento com toda a diretoria foi fantástico. O dr. Marcondes Ferraz me tratava quase como um filho, porque foi ele o responsável pela minha vinda e ele sempre me apoiou. Conversávamos muito, bolávamos as soluções e fazíamos nossas experiências juntos. E o dr. Alves de Souza¹³, o presidente, também era uma pessoa excelente, uma alma muito boa. E os demais também. Eu me dei com todo mundo, seja do lado brasileiro seja do lado das “Nações Unidas”, porque lá havia muitos russos, muitos alemães, todo mundo vindo, evidentemente, fugindo das consequências da guerra. Eu me dei muito bem.

O senhor participou de boa parte dos projetos civis de Paulo Afonso, não é verdade?

Posso dizer que fiz o projeto de todas as barragens, da tomada d’água, das tubulações adutoras, de toda a fundação da casa de força – menos o piso principal, que é o piso do gerador –, fiz o da chaminé de equilíbrio, do túnel de descarga com toda a parte do controle da saída. Tudo isso foram projetos meus, inclusive desenhos, porque não havia desenhistas. Havia apenas dois desenhistas trabalhando na minha sala. Grande parte dos desenhos eu fiz, e isso é uma falha minha, sem grande preocupação de formato, de numeração etc. A gente trabalhava um pouco como amadores, mas com uma excelente boa vontade. Quer dizer, todos os problemas eram resolvidos na hora, em reuniões, reuniões mais ou menos informais que o dr. Marcondes presidia. E o caso do desvio do rio foi resolvido assim, concentrando os esforços de todo mundo em cima do problema.

Eu gostaria que o senhor falasse sobre os modelos reduzidos.

Os modelos reduzidos tinham que ser feitos, porque o fechamento do braço principal do rio era a nossa maior preocupação e era preciso verificar muita

coisa. O problema era instalar o laboratório. Onde? Eu lembrei que na base da chaminé de equilíbrio da Usina Piloto havia um dreno, então eu disse: “Esse dreno vai ser a minha captação”. Instalei uma tubulação ligada ao vertedouro de medição, para controlar a vazão, e a jusante eu podia instalar o meu laboratório. Primeiro foi construído o modelo do braço principal. Não havia muito espaço, eu tive que reduzir para a escala 1:100, quando, na realidade, uma escala um pouco maior teria sido melhor, por causa dos problemas secundários que acontecem em uma escala pequena, como viscosidade, entrada de ar etc. Enfim, uma série de problemas que a redução da escala implica. Mas, para a nossa necessidade, esse modelo era suficiente. Isso foi já por volta de 1952.

Foi o primeiro que o senhor construiu?

Foi. E foi o único modelo do braço principal. Mas houve outros modelos. Eu fiz o modelo da tomada d’água, para verificar a vorticidade – o movimento helicoidal da água – tanto na entrada como dentro da tubulação.

E esse modelo também foi feito nesse mesmo lugar?

Foi nesse mesmo lugar. E estudei também um dreno de areia, para drenar o depósito sólido da bacia, que funcionou muito bem no modelo, mas não muito bem na realidade, mesmo porque tinha, no início, pouco sedimento. Porque a descarga da primeira usina realmente era pequena.

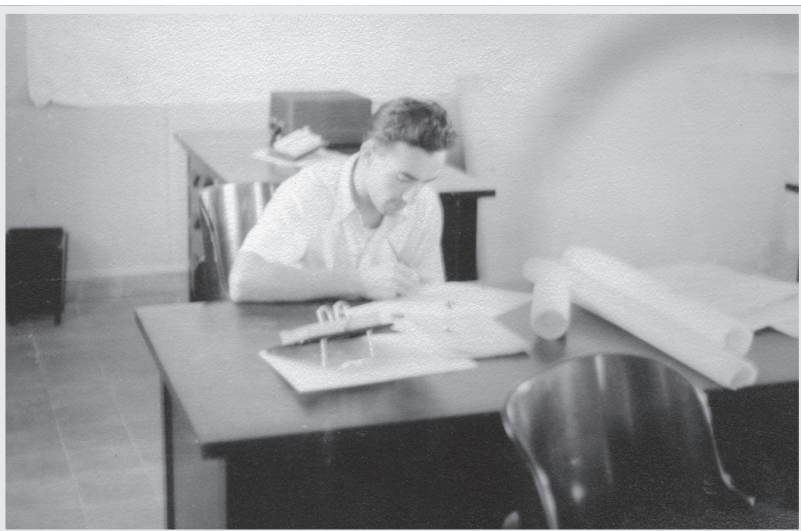
Eu lembro que o dr. Marcondes Ferraz, quando falava da importância de ter uma bacia de decantação, dizia que o rio São Francisco carregava muito material sólido.

Carregava muito. Mas, felizmente, devido à conformação da represa, o grosso do sedimento podia passar pelo braço principal, por causa da correnteza mais forte. Porque só tinha uma usina. Agora, quando a correnteza

se intensificou, com as outras usinas, Paulo Afonso II, III, IV¹⁴, aí começou a carregar um pouco mais. Aí eles fizeram, junto da tomada d'água, drenos descarregando diretamente no cânion do São Francisco e que eram mais eficientes, junto das tomadas d'água.

O projeto de fechamento do braço principal do rio São Francisco – aquela ideia de fazer em duas etapas – já estava desenhado na cabeça do dr. Marcondes Ferraz desde quando?

Desde o início. A ideia da ensecadeira celular prevaleceu por falta de espaço físico dentro do rio. Não havia possibilidade de fazer uma ensecadeira em terra ou enrocamento. Era impossível. Primeiro, por causa da velocidade do rio naquele braço – eram, aproximadamente, na seca, 1.200 metros cúbicos por segundo, passando em pouco menos de 100 metros de rio, com profundidade alcançando até dez metros, dez a doze metros. Era um problema que a gente tinha que enfrentar e que era de bom tamanho.



André Balança no escritório da Chesf em Paulo Afonso. Paulo Afonso, BA, [1950/1955]

Ainda mais considerando as condições da época, há 50 anos mais ou menos.

Exatamente. A ideia da ensecadeira celular prevaleceu porque ela ocupava muito pouco espaço. Agora, tinha que construir essas células, que são grandes cilindros verticais ligados uns aos outros. A construção é feita assim: faz-se uma espécie de gabarito circular com pés telescópicos, que podem se adaptar ao fundo irregular, e em torno desse gabarito se colocam então estacas-pranchas metálicas. Mas essas estacas-pranchas, quando batiam na rocha, uma estava lá no fundo, a outra estava lá em cima etc. O fundo era muito irregular. A ideia foi tapar essas frestas embaixo e fazer uma espécie de concretagem lisa na parte de baixo. Isso permitiu regularizar o fundo e encher o resto da célula com areia, exercendo assim uma pressão interna na parede de estacas, forçando então a estanqueidade entre as estacas, que eram engatadas uma na outra. A primeira célula foi feita mais ou menos com pouca correnteza, mas em seguida, para poder entrar no rio, as velocidades eram tão importantes que tivemos de criar um anteparo. Como esse anteparo ia ser muito grande, estudamos uma espécie de caixão flutuante que pudesse ser afundado na frente da posição de uma célula a ser construída, de maneira a criar um remanso atrás desse anteparo e construir a célula em águas calmas.

Assim, estudamos, no modelo, esse caixão que servia de anteparo. E esse caixão, evidentemente, tinha que ser flutuante, para deslocá-lo de um ponto para outro. Mas era de uma dimensão descomunal, assim, da ordem de quinze metros de comprimento por dez de altura, quer dizer, uma coisa quase que monstruosa. Foi feita consulta a uma empresa francesa para fabricar esse caixão, que depois nós chamamos de “navio”. E foi feito muito rapidamente. Foi transportado em peças até a obra e montado ali. E ele tinha um sistema de amarração, projetado pela empresa francesa, que, infelizmente, não funcionava. Eu testei no modelo e não funcionava. Então resolvemos amarrar os quatro cantos do caixão na margem do rio,

mesmo, e funcionou muito melhor. O caixão protegeu e depois permitiu construir as duas células mais críticas do lado alagoano. A 1 tinha sido construída mais ou menos sem problema, e as 2, 3 e 4 foram construídas com a ajuda desse “navio”. E do outro lado, a jusante, enquanto se faziam as células 1, 2, 3 e 4, a 8 já estava pronta. E o resto foi fechado praticamente sem correnteza. O esvaziamento custou um pouco porque realmente o fundo era muito irregular, embora de rocha sã e absolutamente sem areia, porque a correnteza tinha limpado tudo. E a construção prosseguiu sem grandes problemas. Agora, a segunda etapa apresentava um problema muito maior, porque a seção do rio tinha sido extremamente reduzida. Eram aqueles mesmos 1.200 metros cúbicos por segundo, na seca, correndo em uma passagem de 40 metros, com dez a doze metros de profundidade. Era um problema. A ideia era barrar o rio a jusante do local da barragem para poder construir a ensecadeira a montante e desviar o rio pelo trecho de barragem já construído. Naquela ocasião, pensou-se em vários métodos, inclusive um preconizado pelo representante do Bird¹⁵, o Ackerman¹⁶, com um processo utilizado anteriormente em duas barragens no Canadá e que consistia em fazer uma espécie de obelisco e tombar esse obelisco dentro do rio. Mas um obelisco desses, com 40 metros de altura e dez metros de base, era uma coisa monstruosa. Nem tínhamos onde fazer a base desse monólito. Ficamos em dúvida. Eu testei no modelo, não funcionou bem, bateu na célula de frente, na célula número 6, e derrubou a célula. Por isso, não aceitamos essa solução.

E esses testes foram feitos no mesmo modelo. Além do senhor – que era o responsável pelo modelo – suponho que o dr. Marcondes Ferraz também acompanhava esses testes. E quem mais participava disso, além do senhor e do dr. Marcondes?

Só nós dois.

É interessante isso. Tremenda responsabilidade.



Ensecadeira celular para a construção da barragem com comportas na primeira metade do braço principal do rio São Francisco. Delmiro Gouveia, AL / Paulo Afonso, BA. 1952



Caixão flutuante metálico, conhecido como “navio”, utilizado na primeira etapa de fechamento do braço principal do rio São Francisco. Com 18 metros de comprimento, 10 de altura e 6 de largura máxima, o equipamento podia ser deslocado por cabos de aço presos a tratores nas duas margens do rio. Vazio, pesava 125 toneladas e cheio d’água, 350 toneladas. Delmiro Gouveia, AL / Paulo Afonso, BA. Novembro de 1950

Exatamente. Eu tinha muita responsabilidade em cima de mim. Felizmente, não fiz muita besteira, tanto é que a usina até hoje funciona, e já teve o seu período de amortecimento completo: ela tem mais de 50 anos. E foi esquecido o obelisco.

Mas o Ackerman... “queria” o obelisco?

Sim, mas ele nunca esteve em Paulo Afonso, me parece.

Esteve, sim.

Mas não o vi, e ele mandou um representante, o dr. Bass¹⁷, que aliás era uma companhia excelente, um jogador de *bridge* ótimo. E foi ele, justamente, que testemunhou o nosso êxito. Logo depois da operação, ele saiu, porque sabia que o negócio ia funcionar. Mas essa ideia das gaiolas flexíveis foi praticamente decidida numa reunião de todos, porque cada um deu um palpite. E eu concretizei essa ideia, desenhei e testei no modelo. E funcionou maravilhosamente. Então, a gente fez um planejamento muito bem feito dessa operação. Na ocasião não existia o diagrama Pert, mas foi feita uma coisa bem semelhante, que foi minutada e foi perfeita. Cada um deu uma ideia. Por exemplo, a gaiola tinha que se apoiar em um fundo totalmente irregular, então alguém sugeriu: “Ah, vamos fazer pés telescópicos”. Foi feito. A pressão da água em cima das duas estruturas, que eram leves, ia ser muito violenta, então alguém sugeriu e, na frente de cada pilar, fez-se uma meia-cana de madeira, para diminuir o esforço hidrodinâmico em cima. Eu boleei uma ideia para forçar a descida da grade a jusante da estrutura. Projetei umas aletas, funcionando como uma espécie de *flap*, para poder baixar hidrodinamicamente a rede.

Testado também em modelo reduzido?

Tudo foi testado em modelo reduzido. Inclusive o modo de colocação do enrocamento dentro das gaiolas.



Antônio José Alves de Souza, Octavio Marcondes Ferraz (com capacete) e grupo de engenheiros da Chesf no campo de pouso de Paulo Afonso em foto de Adolph Ackerman, consultor do Banco Mundial. Também podem ser identificados a partir da esquerda: Julio Miguel de Freitas (1º), Jason Marques da Costa (3º), Domingos Marchetti (4º) e Dermeval Vieira de Rezende (9º). Paulo Afonso, BA, maio de 1951

E o senhor fabricava tudo? O senhor também era responsável pela fabricação das peças do modelo reduzido?

O modelo reduzido era uma coisa curiosa. Trabalhava comigo apenas um pedreiro, que era analfabeto, mas tinha uma mão excelente. Eu mandava fazer os moldes das peças na marcenaria ou então na oficina mecânica e entregava a ele, e ele me fazia as peças em concreto. Ele fazia à perfeição. E nós montávamos. Eu trabalhava com ele, só nós dois e um velho teodolito.

O senhor comentou que, ainda na fase do estudo de viabilidade, aquela história das chaminés de equilíbrio a jusante da casa de força, que o senhor estranhou, era uma solução pouco usual, e que o senhor consultou alguém na França.



André Balança trabalha no modelo reduzido da tomada d'água da usina de Paulo Afonso I. Paulo Afonso, BA, [1952-1954]

Não, não consultei ninguém. Apenas fiz todos os cálculos e submeti ao professor Escande, que aprovou. Ele disse: “A sua teoria está absolutamente exata”. Aliás, a chaminé a jusante é uma chaminé funcionando ao contrário. Então, é só mudar o sentido do fluxo.

Durante todo esse período o senhor trabalhou em Paulo Afonso com o dr. Marcondes Ferraz, mas sem contato com consultores externos...

Sem manter contatos. O que me ajudou muito na parte civil foi uma coleção das obras do Tennessee Valley Authority¹⁸, onde encontrava detalhes construtivos projetados com perfeição. Muita coisa eu retirei de lá. Essa coleção já estava em Paulo Afonso. Embora a biblioteca técnica fosse muito reduzida, eu também tinha comprado uns livros para o meu trabalho, para me aperfeiçoar. Até calculei cascas de concreto. Paulo Afonso II tem uma falsa abóbada de concreto, abaixo do teto de rocha da casa de força, para evitar queda de pedras, que eu calculei na ocasião. Eu me formei sozinho na parte civil, porque o meu curso havia sido sumário.

O senhor publicou um trabalho a respeito do fechamento do São Francisco nos anais da Reunião Parcial da Conferência Mundial da Energia.

Essa conferência teve lugar em 1954, um pouco antes do fechamento pelas gaiolas, e nós fizemos essa monografia com o dr. Marcondes antes do término da construção. Sabíamos que ia dar certo graças ao modelo, mas ainda não estava concluído.

O senhor esteve aqui no Rio? Se não me engano, foi no hotel Quitandinha.

Não, não estive no Rio. Mas recebemos todos os delegados em Paulo Afonso, e foi feita uma exposição verbal, lá, sobre esse método. Muitas delegações foram lá.

Há um episódio crítico, que é quando o Banco Mundial coloca em dúvida a ideia do fechamento do rio com as estruturas flexíveis e o dr. Marcondes Ferraz tem de ir a Washington, ao Banco Mundial...

Sim. Não me lembro bem do episódio porque não participei dessa discussão, que era de alto nível, entre o diretor da empresa e o pessoal de Washington.

Mas o senhor tomou conhecimento depois?

Tomei conhecimento, evidentemente. E com o representante do Bird aqui, nosso fiscal, não tinha muitos contatos profissionais. Curiosamente, esse fiscal nunca esteve no laboratório. Ele esteve no pé da obra para assistir a alguns preparativos, mas nunca esteve no laboratório.

E sobre a colaboração da Electricité de France com a Chesf no projeto de Paulo Afonso?

Em Paulo Afonso I não houve essa colaboração. Provavelmente, em seguida, e me parece que em Moxotó, que era a usina imediatamente a montante.

Mas nem houve presença de técnicos na parte de operação?

Na ocasião, quem ajudou muito foi o major Alencastro¹⁹. Depois, ele foi ser quase um ministro de telecomunicações, e foi responsável pela implantação do plano de telefonia fixa do Brasil. Na ocasião ele era major, mas depois passou a general, general da telecomunicação. Ele fez um trabalho muito importante na obra. Houve uma missão da Electricité de France na ocasião do comissionamento da usina. Havia um pequeno grupo de engenheiros de testes e operação. Eles foram a Paulo Afonso. Não foi uma simples visita, embora ficassem pouco tempo, durante a operação de *start-up*. E nessa ocasião é que nasceu a vocação do Marcondes Brito²⁰, que depois veio a

ser diretor de operações da Eletrobras. Ele estava trabalhando com o major Alencastro e ajudou muito no final da montagem da usina.

O senhor esteve presente na cerimônia de inauguração oficial? Foi uma grande festa mesmo?

Estive. Foi uma grande festa que teve depois uma repetição, nos dez anos de Chesf, em 1958. Esta também foi uma grande festa.

O senhor tem conhecimento de missões de cooperação técnica francesa para formação de pessoal especializado em engenharia elétrica no Brasil?

Possivelmente, depois da minha saída da Chesf, que se deu em abril de 1956, já com a usina de Paulo Afonso I funcionando normalmente, sem problema, e com a construção de Paulo Afonso II começando.

Arquivo Chesf



O presidente João Café Filho discursa na cerimônia de inauguração da usina hidrelétrica de Paulo Afonso. Paulo Afonso, BA, 15 de janeiro de 1955

Temos a informação de que, por indicação do professor Léopold Escande, veio para o Brasil o professor Pierre Lalangue²¹.

Pierre Lalangue, que é meu amigo e que foi professor em Recife.

O professor Lalangue ajudou a formar turmas de engenheiros eletricitas e ajudou a Escola de Engenharia de Pernambuco a montar o seu laboratório de eletrotécnica.

Exatamente. E ele tinha um colega, que é o professor Amaranto Lopes Pereira²², que me ajudou quando eu requeri o Crea²³. Como ele conhecia minha vida profissional e tinha estudado na minha escola, conhecia bem o currículo da escola. E foi ele que me deu uma boa ajuda.

E o senhor manteve contato com o professor Pierre Lalangue?

Eu mantive contato até certa data. Quando saiu de Recife, ele foi ser professor em Beirute e agora está aposentado. Nem sei se ainda está vivo. Ele se retirou e estava no campo, na França, na sua terra natal.

Em abril de 1956 o senhor deixou a Chesf para trabalhar na Servix, a convite do engenheiro Hans Luiz Heinzelmann²⁴.

Sim. Foi um convite indireto. Porque trabalhava em Paulo Afonso o engenheiro Jorge Amon²⁵, que foi depois da Eletrobras e em seguida voltou para a Chesf. Formado em Itajubá, ele trabalhou conosco como engenheiro eletricitista, saiu da Chesf e foi trabalhar na Servix. Foi ele que me chamou. Ele insistia havia mais de um ano, me chamando para trabalhar na Servix. E tinha falado de mim ao dr. Heinzelmann, que formalizou o convite e eu fui. Porque para mim não havia mais lugar em Paulo Afonso, se a usina estava funcionando, em operação. A usina de Paulo Afonso II era praticamente uma repetição, então eu não achava muito interessante ficar. Também, quase sete anos de sertão chegavam. Eu queria viver na capital.

E essa mudança foi muito importante em sua vida profissional?

Foi, sim, porque aí eu conheci outros projetos.

Havia outros engenheiros franceses ou estrangeiros na Servix?

Na Servix, não. Havia alemães trabalhando lá, porque o dr. Heinzelmann, nascido em Santa Catarina, de pais alemães, falava a língua fluentemente e tinha predileção por convidar engenheiros alemães.

E o senhor não chegou a considerar a possibilidade de retornar à França?

Eu levei onze anos para voltar à França. Voltei à França em 1960, no ano da inauguração de Brasília. Lembro que vi a inauguração de Brasília na televisão, no centro da França, numa aldeia. É evidente que sentia saudades, mas retornar para ficar na França, deixar o Brasil, isso nunca me passou pela cabeça. A oportunidade de trabalho para mim era excelente.

Vamos falar um pouquinho do seu tempo de Servix. Quais os principais clientes? Além de firma projetista, ela também atuou como empreiteira?

A Servix era, fundamentalmente, uma firma de instalações elétricas, inicialmente – instalações elétricas e hidráulicas prediais. Ela fez obras no Ministério da Guerra, por exemplo, aqui no Rio. Grandes prédios. E aos pouquinhos ela ingressou nas obras públicas: começou a trabalhar em Avandava, no interior de São Paulo; tinha começado também contatos com a Uselpa, que depois virou a Cesp²⁶. Com a Uselpa, foi feito um primeiro contrato para o estudo da bacia do rio Paranapanema, com todos os seus degraus, e para construção do primeiro aproveitamento, que foi Salto Grande²⁷, no Paranapanema, uma usina de 60 mil quilowatts. Foi aí que a Servix ingressou nas grandes obras. Depois se seguiu o Funil²⁸, no rio das Contas, na Bahia. Aos poucos começou Jurumirim e, depois, Chavantes²⁹, a jusante. De todos es-

ses projetos, eu participei. Funil, na Bahia, também. No rio Paranapanema, também. Em Salto Grande aconteceu um fato curioso: eu tinha acabado de me casar, estava em lua de mel, e fui chamado pelo dr. Heinzelmann para ir a Salto Grande, para acompanhar o fechamento do rio. Eu tive de ir com a minha esposa, Nelly, lá para Salto Grande, no dia seguinte à festa de 10 anos da Chesf em Paulo Afonso.

O seu casamento foi em que ano?

Foi em 1958. Ela já trabalhava na Servix. Era secretária do Jorge Amon, justamente. Daí a aproximação imediata com ela.

E sobre a criação da Engevix e a importância da obra da usina de Mascarenhas³⁰ para a consolidação da empresa?

Eu cheguei a trabalhar na Servix do Rio de Janeiro até 1958. Praticamente logo depois de casados, fomos para São Paulo. Em 1956, 57 e 58, eu trabalhei no Rio, na Servix. Depois, então, o dr. Heinzelmann me pediu para ir fundar um escritório técnico na sucursal de São Paulo. Eu criei esse escritório técnico, fiz lá muitos projetos, inclusive alguns bem interessantes. Fiquei quatro anos em São Paulo. Depois voltei para o Rio, para assumir o escritório técnico da Servix no Rio.

E aí surge a Engevix.

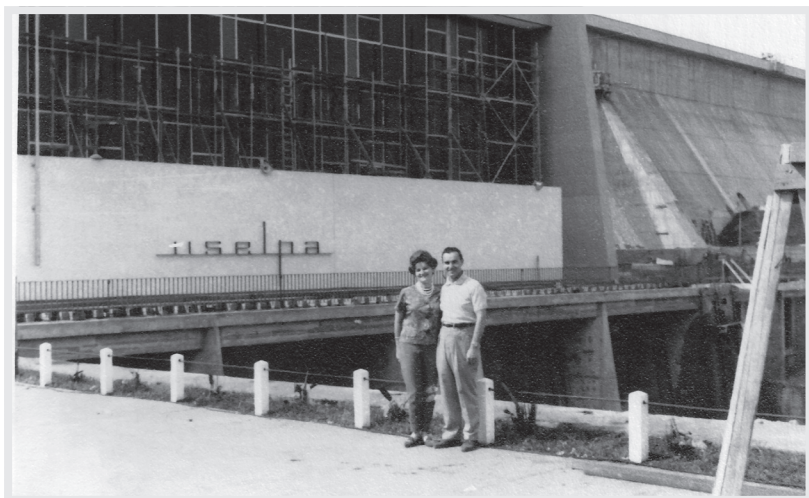
Em 62 eu voltei para a Servix no Rio de Janeiro, e assumi as minhas novas funções. A Servix tinha crescido muito e não funcionava muito bem. Ela funcionava com uma estrutura antiga, pouco maleável. Consultou-se uma empresa de organização, que sugeriu subdividi-la em várias filiais, cada uma com uma especialidade diferente. Por exemplo: a finalidade primeira da Servix eram as instalações, então se fazia uma firma de instalação; fazia-se uma empreiteira para a construção civil pesada; depois, uma firma de montagens e uma ofici-

na mecânica; outro grupo se especializava na parte de processos químicos; e a Engevix seria uma firma dedicada apenas a projetos.

E esse desmembramento foi feito de fato?

Foi feito. A firma que era especializada em processos químicos foi ser a Natron que depois se tornou independente; a oficina mecânica se transformou na Sermec, que é fabricante de equipamentos hidráulicos, principalmente; a firma de instalação foi se chamar SIM³¹, e o Jorge Amon tornou-se seu diretor; e a Engevix, eu ajudei a fundar – na parte técnica, fui eu que organizei tudo –, com o dr. Erasmo Moura, que tratou da parte administrativa. E o dr. Erasmo Moura passou depois para a Logos, que ele ajudou a fundar e que hoje em dia se dedica mais ao ramo imobiliário. A Logos nunca fez parte do grupo. Quanto à Engevix, eu fui um dos primeiros diretores, com o dr. Heinzelmann, o presidente, com o dr. Gerhard Paul Schreiber³², que era o engenheiro projetista mor na Servix. É importante que seu nome seja lembrado.

Coleção particular Nelly Balança



André Balança e a esposa Nelly na entrada da usina de Jurumirim, construída pela Usinas Elétricas do Parapanema (Uselpa). Cerqueira César, SP, 1962

Ele tem um livro publicado sobre usinas hidrelétricas, que mostra toda a experiência.

Era um excelente engenheiro. Tinha uma visão de arranjos fantástica.

Era brasileiro?

Não, era alemão, mas se formou na Iugoslávia e fez muitos projetos na Iugoslávia. A diretoria era ainda formada pelo dr. Erasmo Moura, na parte administrativa, e pelo dr. Frederico Nicholas Fernandes, na parte comercial e financeira. Eu ficava na parte técnica. A Engevix nasceu com aquele projeto de Mascarenhas que tínhamos contratado depois de um relatório de viabilidade bem feito que a AID³³ comprou, e assim nós pudemos fazer depois o projeto executivo, mas, infelizmente, com a participação de uma consorciada estrangeira, que era a Tippetts-Abbett-McCarthy-Stratton, TAMS. Foi uma condição imposta pela AID.

E “infelizmente” por quê?

Porque nós podíamos ter feito esse projeto perfeitamente sozinhos e sem nenhum problema. Tivemos que dividir. Para se dividir, sempre é injustamente, mas isso faz parte do jogo. De todo modo, foi muito importante para a consolidação da Engevix porque depois passamos a trabalhar para a Cemig – fizemos juntos o projeto de viabilidade de São Simão³⁴ e, depois, o projeto de viabilidade e executivo de Volta Grande³⁵, que tem 400 mil quilowatts, é uma usina também muito boa. Em São Simão, não pegamos o projeto executivo, mas fizemos a viabilidade.

Na década de 1970 a Engevix participa de grandes projetos do setor.

Exatamente. Primeiro, por volta de 1972, nós contratamos o estudo da bacia do rio Tocantins. Isso foi quase um convite pessoal do dr. Dário Go-

mes³⁶, que na ocasião estava na Eletrobras. Ele me chamou e perguntou se eu aceitava um desafio. Primeiro eu disse “aceito”, depois ele me disse o que era: o estudo da bacia hidrográfica do rio Tocantins. E nós pegamos esse estudo, que foi dirigido pelo engenheiro Humberto Queiroz, que era sobrinho do dr. Eunápio Peltier de Queiroz,³⁷ que foi diretor da Chesf.

Ele ajudou na construção da usina do Funil, no rio das Contas, não?

Sim. Ele era da Coelba, que na ocasião se chamava Cerc – Centrais Elétricas do Rio das Contas.

Esses estudos do rio Tocantins são os que fazem parte do Eneram, os Estudos Energéticos da Amazônia³⁸?

Não. Isso foi consequência, o prosseguimento desse estudo... Houve primeiro esse projeto que abrangia o Brasil, menos a Amazônia, a Canabmbra³⁹. Não participávamos dos estudos da Canabmbra. Mas a Canabmbra só fez os estudos na região Centro-Sul e na região Sul. Do Tocantins, não me lembro.

Depois, a Eletrobras contratou consultores nacionais.

Exatamente. Essa parte então foi contratada conosco.

E o senhor fez muitas viagens à região do rio Tocantins?

Poucas. Quem tomou conta desse estudo foi o Humberto Queiroz, que trabalhou muito bem, aliás. No final, quando o dr. Heinzelmann faleceu, foi chamado o Humberto Queiroz para compor a diretoria.

E o convite para fazer os estudos do Tocantins foi do Dário Gomes, da Eletrobras?

Sim, que era da Eletrobras e trabalhava com o coronel Llano⁴⁰. Depois, ambos foram diretores da Eletronorte. Ele perguntou assim: “Está disposto a aceitar um desafio?”. Eu disse que sim. E era de fato um desafio, porque era uma bacia enorme e foi a primeira vez que se fez um estudo desse tamanho com uma técnica um pouco mais avançada. Por exemplo, a parte de estudo de descarga, porque começamos a usar modelo matemático, uma técnica muito nova na ocasião. Para isso, tivemos a assistência de uma empresa americana, a Hydrocomp, que tinha feito esse estudo em bacias menores nos Estados Unidos, mas que era uma coisa ainda incipiente, experimental. Mas que nos serviu para dimensionar depois a usina de Tucuruí, que foi a peça-mestra do estudo de viabilidade. Em seguida, o modelo serviu para previsão de enchentes. Eu queria mencionar, ainda, o dr. Hermann Haberslehner⁴¹, que era um geólogo excelente, do tempo da Servix ainda – ele ingressou na Servix pouco depois de mim. Ele acompanhou todo o estudo da bacia do Tocantins e, depois, foi ser um dos elementos primordiais na parte de geologia de Tucuruí. Ele era alemão, e foi chamado pelo dr. Schreiber, que o conhecia da Alemanha.

Falando em Tucuruí, nós sabemos que o senhor teve uma participação importante, não apenas na fase de inventário da bacia do rio Tocantins como também na fase do projeto executivo.

É, na fase executiva eu fui dos diretores do projeto, juntamente com o professor Milton Vargas⁴², diretor da Themag, que era nossa consorciada. Esse estudo de Tucuruí foi capital para a Engevix, pois é uma usina de 4 mil megawatts em primeira etapa e 8 mil em segunda etapa, era uma usina fora do comum do que se fazia no Brasil, e tivemos a honra de ter sido convidados para projetar esse empreendimento⁴³. E sobre o projeto, a parte da Engevix era a parte de concreto – casa de força, com todo o equipamento e o vertedouro –, e a parte da Themag era a barragem de terra e rocha, o sistema de transmissão e a eclusa. Assim, tivemos um trabalho um pouco desvinculado, que nos permitiu trabalhar mais ou menos sem problemas de interface.

O projeto seguiu sem grandes problemas. Montamos uma equipe muito boa, cheia de gente especializada na parte de hidrologia, de geologia, de mecânica das rochas e de eletricidade, também. Nós montamos até mesmo um dos primeiros modelos digitais de operação de usina. Quer dizer, nossa equipe era muito especializada. E fizemos estudos em modelo, com a ajuda do laboratório daqui do Rio, do Hidroesb – Laboratório de Hidráulica Saturnino de Brito. Montamos um grande modelo de Tucuruí, na escala 1:100, no qual estudamos a tomada d'água, o vertedouro e o desvio, que também era bem complicado. Para dar uma ideia, a descarga a ser desviada no projeto foi prevista em 56 mil metros cúbicos por segundo, que é um valor enorme, e durante a segunda etapa do desvio tivemos a surpresa de essa enchente chegar a 63 mil metros cúbicos. E, felizmente, não houve problema. Tudo tinha sido estudado em modelo e a enchente passou sem provocar grandes estragos.



André Balança e Hans Luiz Heinzelmann (ao centro) inspecionam modelo reduzido da usina hidrelétrica de Tucuruí. Rio de Janeiro, RJ, [1978]

O episódio é conhecido, essa grande enchente que aconteceu já com a obra em pleno andamento.

Em pleno andamento, exatamente, com a segunda etapa do desvio, na margem esquerda. Eram três etapas. A terceira fechava a margem direita.

E causou certa expectativa, certo suspense, não é? Não se tinha ideia do que vinha ainda. E esses modelos reduzidos foram instalados onde?

No Rio de Janeiro, no Hidroesb. É uma empresa que funcionava um pouco além da Tijuca, no Andaraí. O laboratório é muito conhecido e foi muito utilizado. Não sei se ele ainda funciona, porque o diretor faleceu, mas hoje em dia os modelos são feitos no laboratório montado por Furnas em Jacarepaguá. O Saturnino de Brito⁴⁴ foi o fundador desse laboratório.

O Saturnino de Brito foi um engenheiro hidráulico brasileiro que teve papel certamente pioneiro. E em Itaipu, a Engevix também teve uma participação?

Em Itaipu, a Engevix foi convidada pelo dr. José Gelázio da Rocha⁴⁵, que era da Cesp e depois passou a ser diretor de Itaipu. E no tempo do dr. Gelázio na Cesp nós fizemos Capivara⁴⁶, que tem um vertedouro *sui generis*, porque sua soleira fica obliquamente colocada em relação ao eixo do vertedouro, e no final dessa soleira existem uns obstáculos, uns dentes. Em funcionamento, esse vertedouro é espetacular, porque ele provoca um jato para cima muito alto, onde se dissipa a energia do jato. Por causa disso, o dr. Gelázio se lembrou que nós éramos capazes de projetar o vertedouro de Itaipu, que foi feito com a assistência do professor Maurice Blanchet, de Grenoble, que era consultor de Itaipu⁴⁷. É francês, e foi consultor de Itaipu, não da Engevix. Nós fizemos o projeto executivo completo do vertedouro e da barragem que une o vertedouro até a tomada d'água, em Itaipu, que é uma barragem de contrafortes, igual à da barragem da tomada d'água. Fizemos o verte-

douro e a barragem, que tem uma forma de arco, embora não funcione como arco. Ela funciona como uma barragem de contrafortes.

O senhor menciona também a participação da Engevix em Angra 2⁴⁸.

Em Angra 2 nós fizemos o projeto das estruturas, com a Promon, se bem que com setores completamente independentes: a Promon tinha o reator e nós fizemos a casa de força, com a base do gerador, e uma série de periféricos, como a sala do grupo de emergência e todo o circuito de refrigeração, que é muito importante no caso da usina atômica, e fizemos também o esboço da casa de força de Angra 3. Esta, infelizmente, não prosseguiu, interrompeu-se. Mas o problema da casa de força de Angra 2 era o solo, que tem uma camada mole até a rocha de quase 40 metros, e toda a casa de força fica em cima de um paliteiro de estacas. E tem que submeter essa construção às condições de terremoto. Quer dizer, não foi uma operação muito fácil. A fiscalização exercida pelos alemães era extremamente rigorosa, e tivemos bastante dificuldade para manter um padrão de qualidade que exigia tolerância zero. Na usina atômica tem que ser assim. Angra 3 não tem esse problema, porque lá é uma fundação rasa, em rocha, direto, mesmo.

O senhor manteve vínculos ou contatos profissionais com seu país? O senhor conheceu outros engenheiros franceses que fizeram carreira no setor de energia elétrica brasileiro ou em empresas projetistas de empreendimentos no setor?

O meu relacionamento arrefeceu um pouco depois que o professor Escande faleceu. Com ele eu mantinha contato. Quando eu ia à França, visitava sempre o professor. Ele não voltou ao Brasil depois de 1948, mas eu ia visitá-lo. Evidentemente, estava ficando idoso. Quando eu saí da França, ele já devia estar perto dos 60, deve ter falecido por volta de 1980.

E outros engenheiros franceses que fizeram carreira no setor?

No setor, eu tenho conhecimento de um engenheiro hidráulico que trabalhou no laboratório de Porto Alegre – não lembro seu nome –, que também era formado pela minha escola e que veio bem mais tarde. Não sei se ele montou esse laboratório ou se deu continuidade a ele. Tive contato com ele na época, depois perdi de vista. Também tive muito pouco contato com o pessoal da França.

Peço que o senhor esclareça a questão de seu registro no Crea.

No início, evidentemente, trabalhei como engenheiro, mas não era responsável técnico. Eu só assinava os desenhos. Mas senti necessidade, como diretor técnico da Engevix, de ter meu Crea, então fiz o requerimento. E, para isso, eu precisava apresentar o meu currículo na escola, e o currículo da escola. Mas já haviam passado 20 anos, e o currículo fora mudado. O professor Escande tinha uma memória fantástica e se prontificou a reconstituir o currículo da época, com minúcias. Ele me mandou, mandei traduzir e apresentei ao Crea. E naquela ocasião estava no Conselho o professor Amaranto, que tinha sido da minha escola, que me conhecia de nome e conhecia os meus trabalhos. Foi quem apoiou o meu nome, e assim consegui o meu Crea. Não havia exigência nenhuma, mas eu queria. E depois disso passei a ser realmente o engenheiro responsável.

E como prosseguiu a história da Servix?

A Servix se meteu em empreendimentos muito grandes – como Estreito⁴⁹, por exemplo, que ela fez em consórcio com a Cavalcanti Junqueira, que tinha uma participação menor – e começou a ter dificuldades, não somente financeiras como, também, um pouco por desentendimento na diretoria. Propuseram então ao presidente, dr. Pougy⁵⁰, vender o controle. Os irmãos Rossi queriam se estabelecer aqui no Rio de Janeiro, onde já tinham feito o elevado do Joá e a ponte sobre a Presidente Vargas, e eles queriam se implantar no ramo de usinas. Eles acharam ótimo comprar a Servix e

fizeram uma boa oferta, irrecusável, e o pessoal aceitou. Passaram, então, a ser donos da Servix. Isso foi em 1972. E, consequentemente, como a Engevix ainda era subsidiária, ficava fazendo parte do patrimônio da Servix. Depois a Engevix se separou completamente da Servix, mas manteve como acionistas os irmãos Rossi Cuppoloni. Eles praticamente não interferiram na Engevix, a não ser, evidentemente, na parte financeira, e impuseram um membro na diretoria – o engenheiro Nelson Alonso, que vinha da diretoria da Comgás, em São Paulo, como diretor financeiro. Essa foi a única interferência dos Rossi na Engevix. Eu só deixei a diretoria em outubro de 1989, depois de algumas peripécias, consequência da falta de pagamento das estatais para as quais nós trabalhávamos. Elas começaram a atrasar o pagamento das faturas, com uma inflação a 50% ao mês, reivindicações salariais constantes, e atraso na folha de pagamento, então, tivemos que demitir. Eu tive que demitir, pessoalmente, 1.600 pessoas que eram meus amigos, meus colaboradores, aqueles engenheiros que se formaram praticamente em torno dos projetos de Tucuruí, Angra e Itaipu. Foi um grande choque. Aí tive que deixar a diretoria, não conseguia continuar. Fiquei como consultor. Primeiro, em tempo integral, depois meio expediente e, a partir de 2000, dois dias por semana. Assim eu continuo dando assistência lá.

E como foi sua colaboração nos processos de privatização e reestruturação do setor elétrico brasileiro?

Neste princípio do século XXI, houve muita demanda para privatizações, e nós formamos um grupo de trabalho pequeníssimo, dirigido pelo economista Paulo Roberto Pereira, que vinha de Furnas, a quem eu auxiliava. Ele tratava da parte financeira e administrativa, e eu tratava da parte técnica, fazendo a análise da situação das empresas. Fizemos primeiro o projeto de privatização da Light, em consórcio com a Deloitte e com a ajuda de dois economistas que trabalhavam em Furnas. Um deles, aliás, foi depois presidente da Fundação de Furnas. Eles nos ajudaram muito, também.



André Balança e Hans Luiz Heinzelmann na assinatura do contrato da Engevix com a Centrais Elétricas do Norte do Brasil (Eletronorte) para elaboração dos projetos básico e executivo da hidrelétrica de Tucuruí. [Rio de Janeiro, RJ]. 1975

E a Engevix estava se reerguendo?

Sim. Depois de 1989, foi nomeada uma nova diretoria, constituída pelo José Antunes como vice-presidente da parte de energia, o Cristiano Kok como presidente – ele já fazia parte da diretoria anterior, após o falecimento do dr. Heinzelmann – e Gerson Almada, um engenheiro industrial que tratava de toda a parte industrial – petróleo, gás, siderurgia, fábricas de papel e celulose. Esse ramo da Engevix prosperou muito, também. Esses três diretores continuaram a Engevix e, finalmente, compraram a Engevix. Conseguiram um acordo com os Rossi e hoje em dia são os donos dela. Eles fundaram uma empresa *holding*, a Jackson – um composto de *ja* de José Antunes; *ck* de Cristiano Kok e *son* de Gerson. Parece uma coisa americana, mas não é. E o grupo tem, também, uma sociedade de desenvolvimento, a Desenvix,

que desenvolve empreendimentos. Hoje em dia, a Engevix é uma produtora de energia, tem participação em grandes empreendimentos – modesta por enquanto, mas vem construindo usinas e operando usinas. A Engevix realmente se transformou. A diretoria é muito ativa, jovem e dinâmica. Evidentemente, passou tudo para a informática e hoje em dia não existem mais pranchetas. E está trabalhando a mil para a Petrobras, fazendo manutenção de plataformas – tem um contrato imenso com a Petrobras. E tem muita coisa referente à produção de gás. Já a Desenvix é uma empresa que praticamente trata de financiamento e montagem de empreendimentos.

Mas também há contratos com empresas do setor ou entidades do setor, no caso de Belo Monte, no caso de Santo Antônio, não?

Sim. Belo Monte⁵¹ é um caso especial: houve um convite para integrar um consórcio constituído pela Promon, pela Themag, pela Engevix e pela Leme – se não me falha a memória –, que é uma firma de projeto, também. Esse anteprojeto foi feito, portanto, a quatro mãos. Eu participei mais tarde, na parte do relatório que fizemos para justificar uma submotorização inicial de Belo Monte, que parece, hoje em dia, ser a tendência. Outro problema grave é o da transmissão de energia em Belo Monte – que, aliás, vai se repetir em Santo Antônio⁵², no rio Madeira. Há problemas de linhas de transmissão muito longas que ainda não estão resolvidos.

Essa parte de Belo Monte já considera um reservatório menor, não é?

Sim. E eles têm o problema dos índios, também, porque estes não deixam fazer a usina. O problema de abaixar o reservatório em Belo Monte é a evacuação das enchentes. As enchentes são enormes e existe muito pouca área inundável para despejar essas enchentes.

O senhor considera esse um projeto problemático? Sem contar a parte de transmissão, somente a parte de geração?

Tudo se resolve. Mas tem que ter um esquema financeiro muito bom. E tem esse problema de meio ambiente, que não vai ser fácil. Porque hoje em dia os índios são prestigiados, principalmente no governo atual. Eu acho que os índios mandam mais do que a gente...

O senhor gostaria de acrescentar mais alguma coisa sobre o que conversamos?

Eu diria apenas que aquela crise da década de 1980 foi muito prejudicial para a engenharia nacional. Perdeu-se uma infinidade de bons profissionais que tinham adquirido uma bagagem científica muito alta, e hoje em dia é difícil recuperar esses cérebros perdidos. Vejo os jovens aos quais eu ensino o básico da hidráulica, eles são craques em matemática, modelos matemáticos e informática em geral, e fico extasiado. Mas senso prático, nenhum. Não sentem os fenômenos físicos. Há que sentir, viver os problemas, ir ao campo. O pessoal fica na frente da tela do computador, monta coisas magníficas, mas tem que passar para a prática. É isso que eu lamento. Acho que as escolas deveriam arejar esse pessoal, mostrar coisas práticas, ensinar a imaginar o projeto na cabeça e saber colocá-lo no papel.

Isso é a alma do engenheiro, não é?

Eu, com a minha cabeça, faço um projeto inteiro. Não preciso de livro, embora a memória não seja aquela dos 20 anos.

Muito obrigado, dr. Balança.

E eu agradeço por ter tido a oportunidade de deixar a minha marca na Memória da Eletricidade.

NOTAS

1. A Servix Engenharia foi fundada em 1929 em Santos (SP) pelos engenheiros Adherbal de Miranda Pougy (1900-1982) e Eduardo Borgerth (1900- 1985). Originalmente denominada Servix Elétrica Limitada, logo se transferiu para o Rio de Janeiro. Tornou-se uma das maiores empresas de construção e projetos do país na década de 1940, quando passou a funcionar como sociedade anônima com a participação, entre outros, de Guilherme Guinle e do engenheiro César de Sá Rabelo. Em 1970, foi incorporada com a Cia. Construtora Brasileira de Estradas (CCBE) pela Rossi Engenharia. Em 1987, seu controle acionário foi adquirido pelo grupo Tratex.
2. O engenheiro e professor francês Léopold Charles Marie Jean-Baptiste Escande (1902-1980) graduou-se na Universidade de Toulouse e ganhou renome internacional pelas pesquisas em mecânica dos fluidos, engenharia hidráulica e modelos reduzidos para construção de barragens. Foi professor da Faculdade de Ciências da Universidade de Toulouse, diretor da Escola Nacional Superior de Eletrotécnica, Eletrônica e Hidráulica de Toulouse (ENSEEHT), atual Escola Nacional Superior de Eletrotécnica, Eletrônica, Informática e Hidráulica de Toulouse (ENSEEHT), e fundador e presidente do Instituto Nacional Politécnico de Toulouse. Participou de missões francesas de cooperação em vários países. Visitou o Brasil em 1948 e 1966. Membro da Academia de Ciências do Instituto da França, publicou dezenas de trabalhos científicos.
3. O engenheiro brasileiro César Curie foi professor da Escola Nacional Superior de Eletrotécnica, Eletrônica e Hidráulica de Toulouse (ENSEEHT).
4. A física polonesa Maria Skłodowska Curie (1867-1934) ganhou reputação científica internacional por suas pesquisas sobre radioatividade. Radicada na França desde jovem, foi agraciada com o Prêmio Nobel de Física de 1903, juntamente com o marido Pierre Curie e Henri Becquerel, e com o Prêmio Nobel de Química, de 1911, pela descoberta dos elementos químicos rádio e polônio.

5. A barragem de Bort-les-Orgues está situada no rio Dordogne, no sudoeste da França. Inaugurada em 1952, foi a primeira de cinco barragens construídas ao longo do Dordogne. Do tipo arco-gravidade, tem 120 metros de altura e reservatório com capacidade para armazenar meio bilhão de metros cúbicos d'água. Sua usina conta com 226 MW de potência instalada.

6. O engenheiro Octavio Marcondes Ferraz (1896-1990) formou-se em engenharia civil no Instituto Eletrotécnico de Grenoble, na França. Em 1928, fundou o escritório OMF, sediado em São Paulo e especializado em projetos, consultoria, planejamento e perícias sobre energia elétrica e tecnologias conexas. Em março de 1948, assumiu o cargo de diretor-técnico da Chesf, integrando a primeira diretoria da empresa. Autor do projeto básico do aproveitamento hidrelétrico de Paulo Afonso I, foi um dos principais responsáveis pelo êxito do empreendimento. Permaneceu à frente da Diretoria Técnica da Chesf até março de 1960. Foi também ministro da Viação e Obras Públicas de abril a novembro de 1955 e presidente da Eletrobras de maio de 1964 a março de 1967. Sobre a sua vida foi publicado *Octavio Marcondes Ferraz, um pioneiro da engenharia nacional*, depoimento editado pelo Centro da Memória da Eletricidade (1993).

7. O marechal Eurico Gaspar Dutra (1883-1974) foi ministro da Guerra de dezembro de 1936 a agosto de 1945 e presidente da República de janeiro de 1946 a janeiro de 1951. Em seu governo, foi constituída a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf) e tiveram início as obras da usina de Paulo Afonso. O projeto básico do aproveitamento hidrelétrico de Paulo Afonso foi apresentado ao presidente Dutra em março de 1949, na sede da empresa, no Rio de Janeiro.

8. A usina hidrelétrica Paulo Afonso Auxiliar, conhecida como Usina Piloto, entrou em operação em outubro de 1949, com uma unidade geradora de 2 MW. Foi construída em área próxima ao cânion do rio São Francisco, do lado baiano, aproveitando as águas do braço do Capuxu. Com a pioneira hidrelétrica de Angiquinho, inaugurada em 1913 pelo industrial cearense Delmiro Gouveia, a Usina Piloto forneceu energia para os acampamentos e canteiros de obras da Chesf em Paulo Afonso e algumas localidades próximas.

9. O engenheiro italiano Domingos Marchetti (1893-1975), especialista em construção de túneis, migrou para o Brasil em 1928 com a mulher e duas filhas. Na década de 1930, colaborou na construção dos túneis do ramal Mayrink-Santos da Estrada de Ferro Sorocabana, na Serra do Mar, e da Avenida Nove de Julho, na capital paulista. Em 1948, imediatamente após a constituição da Chesf, foi contratado pela empresa como assistente do engenheiro Octavio Marcondes Ferraz. Participou do levantamento topográfico e das sondagens geológicas da área de Paulo Afonso e dirigiu as obras subterrâneas de Paulo Afonso I. Suas memórias, acrescidas das de sua filha Julia Marchetti Polinésio, foram publicadas sob o título *Memórias a duas vozes* (São Paulo: Annablume, 1999).

10. O engenheiro Raimundo Carneiro Santiago (1921) graduou-se em engenharia elétrica e mecânica no Instituto Eletrotécnico de Itajubá (MG), escola criada por seu tio, o advogado e político mineiro Theodomiro Santiago. Trabalhou na Chesf até o início da década de 1960, quando fundou a empresa Eletra com outros engenheiros egressos da Chesf.

11. O engenheiro Alfred David Nigri (1918) nasceu no Cairo e imigrou para o Brasil com os pais, aos 2 anos de idade. Formado pela Escola Nacional de Engenharia (ENE), sucessora da Escola Politécnica do Rio de Janeiro, iniciou carreira profissional na Companhia Auxiliar de Empresas Elétricas Brasileiras (Caeeb) do grupo American and Foreign Power Company (Amforp), transferindo-se em 1952 para a Chesf. Integrou a equipe responsável pelo planejamento e construção do sistema de transmissão em alta tensão da Chesf. Licenciou-se da empresa em 1956 e foi sócio da firma Eletra com outros engenheiros egressos da Chesf.

12. O engenheiro eletricitista Jason Marques da Costa (1911) graduou-se pela Escola Politécnica de São Paulo e iniciou carreira profissional na São Paulo Light em 1937. Foi chefe do Departamento Elétrico da Chesf e responsável pelos estudos de planejamento do sistema básico de transmissão da empresa para atendimento de Recife, Salvador, Maceió, Aracaju e outras cidades nordestinas com a energia de Paulo Afonso I.

13. O engenheiro Antônio José Alves de Souza (1896-1961) formou-se em engenharia de minas e civil pela Escola de Minas de Ouro Preto (MG). Coordenador dos estudos pioneiros para o aproveitamento hidrelétrico do rio São Francisco no início da década de 1920, atuou como diretor da Divisão de Águas do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) de 1933 a 1942 e, em seguida, como diretor-geral do DNPM. Fundador e primeiro presidente da Chesf, dirigiu a empresa de 1948 a 1961 e faleceu no exercício do cargo.

14. Paulo Afonso I foi a primeira das cinco usinas construídas pela Chesf que compõem o complexo hidrelétrico de Paulo Afonso, no rio São Francisco. Previstas no projeto do engenheiro Octavio Marcondes Ferraz, as usinas de Paulo Afonso II e III entraram em operação em 1961 e 1971, respectivamente. A ampliação do complexo hidrelétrico prosseguiu com as obras de Moxotó, oficialmente denominada usina Apolônio Sales, concluída em 1977. Maior usina subterrânea do país, Paulo Afonso IV foi inaugurada em 1979. O complexo hidrelétrico conta com potência instalada superior a 4 mil MW.

15. O Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (Bird), também conhecido como Banco Mundial, apoiou o projeto de construção da usina de Paulo Afonso I, concedendo financiamento de 15 milhões de dólares para a cobertura das despesas em moeda estrangeira com equipamentos e materiais importados destinados à usina.

16. O engenheiro norte-americano Adolph J. Ackerman (1901-1991) formou-se pela Universidade de Wisconsin (EUA). Trabalhou na Tennessee Valley Authority (TVA) e na empresa de construção naval Drago Corporation durante a Segunda Guerra Mundial. De 1945 a 1951, exerceu o cargo de vice-presidente da *holding* canadense Brazilian Traction, Light and Power, conhecida como Light, controladora das concessionárias de energia elétrica do Rio de Janeiro e São Paulo. Em seguida, tornou-se consultor do Banco Mundial e, nessa condição, acompanhou as obras de Paulo Afonso até 1954.

17. O engenheiro norte-americano Clark Neil Bass, nascido em 1895, trabalhou na Tennessee Valley Authority (TVA), onde atuou como chefe dos programas de desenvolvimento agrícola e florestal. Foi consultor do Banco Mundial nas décadas de 1950 e 1960.

18. A agência federal norte-americana Tennessee Valley Authority (TVA) foi criada pelo presidente Franklin Roosevelt em 1933 com o objetivo de promover o desenvolvimento do vale do Tennessee, no sul dos Estados Unidos, mediante a execução de projetos de eletrificação, irrigação, proteção do solo, produção de nitratos, prevenção de enchentes e melhoria da navegação fluvial.

19. O engenheiro José Antônio de Alencastro e Silva (1918) fez o curso de engenharia de telecomunicações na Escola Técnica do Exército, atual Instituto Militar de Engenharia (IME). Em 1954, ingressou na Chesf, tendo participado do projeto e da fabricação de equipamentos de telecomunicações para uso em cabos de alta tensão da empresa. Voltou ao Exército em 1956, como engenheiro da Divisão de Estudos da Diretoria de Comunicações. Reformado como general em 1966, assumiu a presidência da Companhia Telefônica da Guanabara (Cetel) no mesmo ano. Em 1972, tornou-se presidente da Telecomunicações de Minas Gerais S.A. (Telemig). De 1974 a 1985, comandou a Telecomunicações Brasileiras S.A. (Telebrás), responsável pela grande expansão das telecomunicações do país no período.

20. O engenheiro José Marcondes Brito de Carvalho (1931) graduou-se em engenharia elétrica e mecânica no Instituto Eletrotécnico de Itajubá. Após início de carreira profissional na Chesf, trabalhou na Servix Engenharia e em empresas de energia elétrica do estado de São Paulo. Atuou no Grupo de Trabalho de Sete Quedas, organizado pela Eletrobras em 1964, retornando a São Paulo no ano seguinte. Foi diretor das Centrais Elétricas de São Paulo (Cesp) de 1971 a 1974. Voltou a Eletrobras em 1974, assumindo a diretoria de Gestão Empresarial. Em 1976, tornou-se titular da diretoria de Operações da *holding* federal. Exerceu o cargo até 1990 e concomitantemente chefiou o Grupo Coordenador para Operação Interligada (GCOI). Em 1990 e 1991, foi presidente da Light Serviços de Eletricidade.

21. O engenheiro e professor francês Pierre Lalangue, nascido em 1922, formou-se em engenharia elétrica na Universidade de Toulouse e foi convidado a lecionar na Escola de Engenharia de Pernambuco (EEP) por indicação do professor Leopold Escande. Entre 1948 e 1955, integrou o quadro docente da Universidade do Recife, atual Universidade Federal do Pernambuco (UFPE), contribuindo na montagem do curso de engenharia elétrica da EEP. Com seu apoio, vários engenheiros eletricitistas brasileiros realizaram estágios de especialização acadêmica em Toulouse, Grenoble e Paris. Após sua estadia no Brasil, seguiu para o Líbano em nova missão de cooperação técnica e científica, tornando-se diretor da Escola Superior de Engenheiros de Beirute (Esib).

22. O engenheiro Amaranto Lopes Pereira (1923) graduou-se em engenharia civil na Escola de Engenharia de Pernambuco (EEP) e realizou curso de especialização em máquinas elétricas na Escola Nacional Superior de Eletrotécnica, Eletrônica e Hidráulica de Toulouse (ENSEHT). Foi professor do curso de engenharia elétrica da EEP, a convite do professor Pierre Lalangue. Realizou doutorado em engenharia elétrica na Universidade de Toulouse III (Paul Sabatier) e desenvolveu pioneiro equipamento de análise da rede elétrica de alta tensão. De 1965 a 1969, foi pesquisador do Laboratório de Engenharia Elétrica e professor titular do Instituto Nacional de Ciência Aplicada (Insa) em Toulouse. Em 1971, ajudou a implantar o Programa de Engenharia de Sistemas e Computação da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe-UFRJ). A partir de 1980, dedicou-se ao Programa de Engenharia de Transportes (PET) da Coppe-UFRJ, criado sob sua orientação.

23. O exercício legal das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor foi regulamentado no Brasil pelo Decreto nº 23.569, promulgado em dezembro de 1933, que criou o Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura (Confea) e os Conselhos Regionais de Engenharia e Arquitetura (Crea), com sede no Rio de Janeiro e em várias capitais dos estados, depois denominados Conselhos Regionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, sem alteração da sigla Crea.

24. O engenheiro Hans Luiz Heizelmann (1903-1978) graduou-se no Instituto Eletrotécnico de Itajubá. Principal dirigente técnico da Servix, colaborou em vários

projetos de empresas e órgãos públicos nas áreas de engenharia hidráulica e elétrica. Foi um dos fundadores da Engevix Engenharia e diretor geral da firma até seu falecimento.

25. O engenheiro Jorge Amon (1926-1995) graduou-se em engenharia elétrica e mecânica no Instituto Eletrotécnico de Itajubá. Iniciou carreira profissional na Chesf em 1951, trabalhando em Paulo Afonso. No ano seguinte, ingressou na Servix Engenharia, integrando seu quadro técnico durante duas décadas. Foi também colaborador da Engevix Engenharia. De volta à Chesf em 1973, permaneceu ligado à empresa até sua aposentadoria.

26. A empresa Usinas Elétricas do Paranapanema (Uselpa) foi constituída em agosto de 1953 pelo governo de São Paulo e incorporada pela Centrais Elétricas de São Paulo (Cesp) em dezembro de 1966, com outras concessionárias pertencentes ao governo paulista.

27. A usina de Salto Grande, oficialmente denominada Lucas Nogueira Garcez, está localizada no rio Paranapanema, na divisa dos estados de São Paulo e Paraná, em área dos municípios de Salto Grande (SP) e Cambará (PR). Inaugurada pela Uselpa em 1958, conta com potência instalada de 73,2 MW e pertence atualmente à empresa Duke Energy International Geração Paranapanema.

28. A usina de Funil foi construída no rio das Contas, em área do município de Ubaitaba (BA), pela Centrais Elétricas do Rio das Contas (Cerc), empresa de economia mista criada em 1954 sob controle do governo da Bahia. Entrou em operação em 1962, com capacidade inicial de 20 MW, e foi incorporada pela Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (Coelba) em 1968. Passou a integrar o parque elétrico da Chesf em 1973, quando sua potência instalada já havia sido ampliada para 30 MW.

29. A usina de Jurumirim, oficialmente denominada Armando Laydner, está localizada no rio Paranapanema, em área do município de Cerqueira César (SP). Inaugurada em 1962, foi a segunda hidrelétrica construída pela Uselpa. Também

construída no rio Paranapanema, em área dos municípios de Chavantes (SP) e Ribeirão Claro (PR), a usina de Chavantes entrou em operação em 1969. A exemplo de Santo Grande, as duas hidrelétricas integram atualmente o parque gerador da Duke Energy International Geração Paranapanema.

30. A usina hidrelétrica de Mascarenhas foi construída no rio Doce, na divisa dos estados do Espírito Santo e Minas Gerais, em área pertencente aos municípios de Baixo Guandu (ES) e Aimorés (MG). As obras do aproveitamento hidrelétrico foram iniciadas pela Companhia Central Brasileira de Força Elétrica (CCBFE) e concluídas pela Espírito Santo Centrais Elétricas (Escelsa) em 1974.

31. Sigla de Servix Instalações e Montagens.

32. O engenheiro alemão Gerhard Paul Schreiber (1899-1977) formou-se na Escola Superior de Engenharia de Berlim e fez doutorado na Escola de Engenharia de Belgrado. Migrou para o Brasil em meados da década de 1950. Trabalhou na Servix até 1965, quando ajudou a fundar a Engevix, e exerceu o cargo de diretor de planejamento da empresa durante longo período. É autor do livro *Usinas hidrelétricas*, publicado pela Editora Edgard Blücher e pela Engevix em 1977.

33. A Agência Internacional para o Desenvolvimento (AID), oficialmente denominada United States Agency for International Development (Usaid), foi criada pelo governo norte-americano em setembro de 1961.

34. A usina de São Simão está situada no rio Paranaíba, na divisa dos estados de Goiás e Minas Gerais, em área dos municípios de São Simão (GO) e Santa Vitória, no Triângulo Mineiro. Maior hidrelétrica da Cemig, foi inaugurada em 1978.

35. A usina de Volta Grande foi construída no rio Grande, na divisa dos estados de Minas Gerais e São Paulo, com casa de força no lado paulista em área pertencente ao município de Miguelópolis. Sua entrada em operação ocorreu em 1974.

36. O engenheiro civil Dário José Gonçalves Gomes deixou a Eletrobras em junho de 1973, por ocasião da constituição da Eletronorte. Membro da primeira diretoria da Eletronorte, exerceu o cargo de diretor técnico da empresa até julho de 1977. No início de sua carreira profissional, foi diretor da Companhia de Eletricidade do Acre (CEA). Atuou também como presidente da Empresas Nucleares Brasileiras (Nuclebrás) entre 1983 e 1985.

37. O engenheiro Eunápio Peltier de Queiroz (1905-1988) formou-se pela Escola Politécnica da Bahia. Iniciou carreira pública como prefeito de Nazaré (BA) na década de 1930. Deputado constituinte e federal pela Bahia (1946-1951), foi o principal responsável pela criação da Centrais Elétricas do Rio da Contas (Cerc) em 1954. Presidiu a Cerc em duas gestões e também a Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (Coelba). Em 1971, foi nomeado diretor da Chesf, sendo reconduzido ao cargo em 1974 e em 1976.

38. O Comitê Coordenador dos Estudos Energéticos da Amazônia, conhecido como Eneram, foi criado em dezembro de 1968 com o objetivo de supervisionar pioneiro levantamento do potencial energético da Bacia Amazônica e mapeamento do mercado de energia elétrica da região.

39. O consórcio Canambra Engineering Consultants Limited foi formado em 1962 pelas firmas canadenses Montreal Engineering Company e G. E. Crippen and Associates e pela norte-americana Gibbs and Hill para execução de pioneiro estudo do potencial hidráulico e do mercado de energia elétrica da região Sudeste. O estudo foi realizado com a participação de técnicos brasileiros de Furnas, Cemig e outras concessionárias atuantes na região, estabelecendo diretrizes de longo prazo para o atendimento do mercado de energia elétrica regional. A denominação Canambra remetia à nacionalidade dos agentes envolvidos no estudo: Canadá, Estados Unidos (América) e Brasil. Em 1968, o consórcio Canambra foi contratado para execução de estudo análogo na região Sul.

40. O engenheiro Raul Garcia Llano (1919-1982) graduou-se em engenharia elétrica na Escola Técnica do Exército (ETE). Foi professor da ETE, atual Instituto Militar de Engenharia (IME), diretor-técnico da Companhia de Eletricidade de Manaus (CEM), assistente da Diretoria de Planejamento e Engenharia da Eletrobras e presidente da Eletronorte de junho de 1973 a dezembro de 1982. Fundador e primeiro presidente da Eletronorte, faleceu no exercício do cargo.

41. O geólogo e professor austríaco Hermann Haberlehner (1912-1991) formou-se na Universidade de Viena. Em 1956, imigrou para o Brasil com a família. Dois anos depois, iniciou carreira acadêmica como professor do Curso de Geologia do Rio de Janeiro, antecessor da Escola Nacional de Geologia e do atual Instituto de Geociências (IGeo) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professor da UFRJ até sua aposentadoria em 1983, atuou como consultor em grandes empreendimentos hidrelétricos e nos estudos para abertura dos túneis Santa Bárbara e Rebouças, na cidade do Rio de Janeiro, e para escavação do túnel do Guandu, de adução de água para o Rio de Janeiro e localidades vizinhas.

42. O engenheiro Milton Vargas (1914) graduou-se em engenharia elétrica e engenharia civil na Escola Politécnica de São Paulo. Começou a carreira profissional no Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) e projetou-se como um dos maiores especialistas em mecânica dos solos do país. Sócio-fundador da Themag Engenharia em 1961, realizou trabalho de consultoria para diversas empresas do setor elétrico brasileiro. Foi agraciado com o prêmio Jabuti pelo livro *Introdução à mecânica dos solos*. Publicou vários livros na área de história da ciência e da tecnologia.

43. As obras do aproveitamento hidrelétrico de Tucuruí, no rio Tocantins, estado do Pará, foram iniciadas em 1975. A primeira etapa do projeto consistiu na instalação de 12 unidades geradoras com 4.200 MW de capacidade total. As duas primeiras unidades entraram em operação em 1984. O processo de motorização da primeira etapa da usina foi concluído em 1992. A segunda casa de força de Tucuruí foi construída entre 1998 e 2007. Com o acréscimo de 11 unidades geradoras, a hidrelétrica atingiu a capacidade final de 8.370 MW.

44. O engenheiro Francisco Saturnino Rodrigues de Brito (1864-1929) graduou-se na Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Considerado fundador da engenharia sanitária no Brasil, idealizou, projetou, construiu ou assessorou inúmeros sistemas urbanos de abastecimento e de esgotamento em cidades e capitais brasileiras. O escritório de engenharia consultiva fundado por Saturnino de Brito deu origem ao Laboratório Hidrotécnico Saturnino de Brito (Hidroesb), dirigido por seu filho também engenheiro, Francisco Saturnino Rodrigues de Brito Filho.

45. O engenheiro José Gelázio da Rocha (1927) graduou-se na Escola Politécnica de São Paulo. Trabalhou no Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (Daee-SP), na Companhia Hidrelétrica do Rio Pardo (Cherp) e em outras concessionárias paulistas, passando a integrar o quadro de engenheiros da Centrais Elétricas de São Paulo (Cesp) em 1966. Foi superintendente de engenharia da Itaipu Binacional (1974-1978) e diretor de Planejamento e Engenharia da Eletrobras (1978-1979). Voltou a trabalhar na Cesp, atuando depois como presidente da Indústria de Material Bélico do Brasil (Imbel) e consultor independente.

46. A usina hidrelétrica de Capivara, oficialmente denominada Escola de Engenharia Mackenzie, está situada no rio Paranapanema, na divisa dos estados de São Paulo e Paraná, em área pertencente aos municípios de Taciba (SP) e Porecatu (PR). Construída pela Cesp, entrou em operação em 1977 e pertence atualmente à empresa Duke Energy International Geração Paranapanema.

47. A construção da hidrelétrica binacional de Itaipu, no rio Paraná, teve início em 1975. Inaugurada em 1984, a usina possui capacidade instalada de 14 mil MW. Seu vertedouro do tipo encosta tem 362 m de largura e 483 m de comprimento, 14 compostas de segmento e capacidade máxima de descarga de 62.200 m³/s.

48. A usina nuclear de Angra 2 foi construída no município de Angra dos Reis (RJ) com um reator de 1.350 MW de potência nominal, adquirido da empresa alemã KWU. Fruto do Acordo Nuclear Brasil-Alemanha firmado em 1975, Angra 2 entrou em operação em julho de 2000.

49. A usina de Estreito, oficialmente denominada Luiz Carlos Barreto de Carvalho, foi o segundo empreendimento hidrelétrico de Furnas no rio Grande. Inaugurada em 1969, a usina está situada na divisa dos estados de Minas Gerais e São Paulo, em área pertencente aos municípios de Sacramento (MG) e Rifaina (SP).

50. Ver nota nº 1.

51. Os estudos sobre o aproveitamento hidrelétrico de Belo Monte, no rio Xingu, Pará, foram iniciados na década de 1980, indicando a possibilidade de construção de uma usina com 11.200 MW de potência instalada. O impacto socioambiental e o montante de recursos necessários à sua implantação tornaram Belo Monte um empreendimento de equacionamento complexo. Em abril de 2010, o governo federal promoveu o leilão de concessão e comercialização da energia da usina, sagrando-se vencedor o consórcio Norte Energia, formado pela Chesf, Construtora Queiroz Galvão e outras empresas.

52. A construção da usina de Santo Antônio (3.150 MW), no rio Madeira, foi iniciada em setembro de 2008, sob a responsabilidade da concessionária Santo Antônio Energia, constituída por Furnas, Cemig, as empresas construtoras Odebrecht e Andrade Gutierrez, os bancos Banif e Santander e o Fundo de Investimento do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FI-FGTS).

O fechamento do rio São Francisco na usina de Paulo Anfonso

Artigo

OCTAVIO MARCONDES FERRAZ
Diretor Técnico - Chefe Geral da Obra

ANDRÉ BALANÇA
Engenheiro

Publicado originalmente em francês no 2º volume dos *Anais da Reunião
Parcial do Rio de Janeiro* da Conferência Mundial de Energia, em 1955

INTRODUÇÃO

O trabalho que apresentamos a esta seção da Conferência Mundial da Energia examina as dificuldades enfrentadas pela Companhia Hidro Elétrica do São Francisco na construção das fundações da barragem móvel no leito do braço principal do rio São Francisco. O rio tem uma vazão de cerca de 1.300 m³/seg durante a maior parte do período de estiagem (junho a outubro), único período durante o qual é possível trabalhar.

O fechamento, realizado em duas etapas, foi problemático, mas as escavações no interior da enseadeira é que se mostraram as mais difíceis.

PROBLEMA

No ponto onde a barragem corta o braço principal, o rio é relativamente estreito, a correnteza forte e a profundidade considerável. O problema da secagem do leito do rio era de solução delicada. Somente durante quatro a cinco meses por ano, quando o nível do rio está suficientemente baixo, é possível pensar em enfrentar a vazão de 1.000 a 1.500 m³/seg, que causa um impacto de centenas de toneladas sobre as obras provisórias. Além dis-

so, é preciso levar em conta as cheias, que variam entre 5.000 e 10.000 m³/seg (às vezes até mais) no período em que os trabalhos são interrompidos. Tratava-se, portanto, de construir uma ensecadeira em condições particularmente difíceis, não somente pela amplitude da operação, mas também pelas graves questões a ela relacionadas, cuja solução não poderia extrapolar determinado quadro físico e econômico.

DADOS

No lugar onde a barragem corta o braço principal, o rio São Francisco tem, no período de estiagem, 120 metros de largura, seção molhada de 800 m² e uma profundidade média de 7 m (chegou a 14 m por ocasião do levantamento batimétrico). A velocidade da água é da ordem de 3,5 m/seg. Supondo-se velocidade de 4,5 m/seg (para ter certa margem de segurança), a fórmula de Dubuat indica para uma célula de seção 15 x 10 m um impacto de água da ordem de 300 toneladas – isso no caso de se adotar a solução da ensecadeira celular.

O fundo do leito é extremamente irregular, com profundidade variando às vezes, abruptamente, em 8 metros. Dada a velocidade da corrente, foi muito difícil realizar o levantamento batimétrico, que acabou sendo aproximado. A imprecisão nas sondagens de peso foi inevitável, uma vez que os especialistas não conseguiram utilizar o ecobatímetro.

SOLUÇÕES

Foram considerados três procedimentos para executar o fechamento em uma ou duas etapas.

a) A primeira ideia que vem à mente quando se trata de desviar uma corrente de água é a construção de um canal de desvio. O canal, contornando o lugar em questão, exigiria escavação de 300.000 m³ de rocha, supondo

que seu comprimento fosse de apenas 350 m. Esse volume seria maior que o total das escavações necessárias para as fundações da barragem, que terá mais de 4 km de comprimento. Essa solução não excluiria, aliás, a construção de um enrocamento no rio para obrigar a água a passar pelo desvio. Além disso, teria sido uma solução muito dispendiosa, mesmo que se utilizasse material retirado da escavação do canal.

b) Outra solução envolveria o emprego de *crib cofferdam* (ensecadeira berço), mas exigiria levantamento preciso e completo do fundo do rio a fim de permitir a construção exata da base do “berço”, que deveria encaixar-se perfeitamente no rio. Além do mais, mesmo supondo atendida a primeira condição, o preço da madeira de qualidade adequada teria sido proibitivo.

c) Restava a solução da ensecadeira celular com estacas-pranchas metálicas. As principais condições que exigíamos desse dispositivo eram estas:

- 1) adaptação ao fundo turbulento do rio;
- 2) capacidade de resistir às cheias;
- 3) custo razoável;
- 4) capacidade de vedação;
- 5) possibilidade de montagem, apesar das condições locais;
- 6) tempo de montagem reduzido.

O tipo celular parecia satisfazer essas exigências, mas as duas últimas condições implicavam sérias restrições. De fato, o impacto da correnteza sobre as estacas-pranchas tornava a montagem difícil ou mesmo impossível, e essas dificuldades podiam tornar o tempo de montagem muito longo. Tentando resolver esses problemas (aliás, presentes também no uso da “ensecadeira berço”), pensamos em construir um enrocamento na margem esquerda do rio, para conter a corrente e permitir a montagem em condições suficientemente seguras para o pessoal e o material. Em seguida, retiráramos esse enrocamento e instaláramos outro na margem direita, repetindo as mesmas

operações de montagem. Infelizmente, com uma vazão da ordem de 4 m/seg, os enrocamentos teriam de ser feitos com blocos de concreto pesando de 10 a 15 toneladas. Como retirá-los após a operação? E a que custo? A velocidade e a profundidade do rio tornavam a operação quase impossível.

O “NAVIO”

Foi então que nos veio a ideia de construir um anteparo móvel na forma de um *caixão flutuante*, que seria colocado em frente à célula a ser montada.

Tendo projetado esse dispositivo, fizemos um modelo reduzido da parte do rio que nos interessava e iniciamos as experiências com o objetivo de estudar o comportamento do caixão (denominado “navio” no canteiro de obras), o comportamento da célula (isto é, saber se ela deslizava sob a ação da corrente) e, finalmente, as variações de nível durante as operações de fechamento (fig. 1).

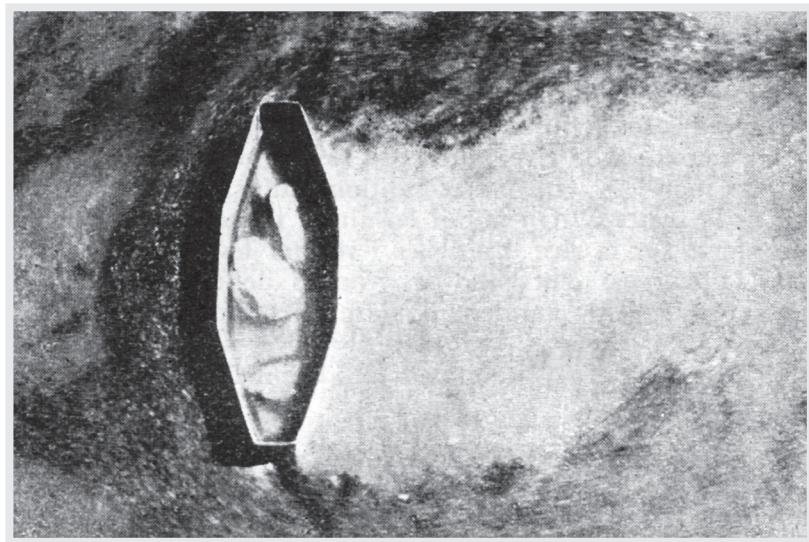


Fig. 1 – Estudo do comportamento do “navio” em modelo reduzido

Os resultados das experiências foram satisfatórios e, além disso, o custo do “navio”, com peso de 125 toneladas aproximadamente (sem lastro), mostrou-se razoável. Uma vez obtidos esses resultados, projetamos o fechamento em duas etapas. A primeira seria realizada na margem esquerda do rio e envolveria 8 células, 7 das quais com 15,28 m de diâmetro e uma com 17,47 m. Um muro de alvenaria de pedra fecharia o lado da margem esquerda e formaria a plataforma de manobra das gruas e dos caminhões, e serviria, enfim, de abrigo para todo o equipamento de construção durante o período das cheias (fig. 2).

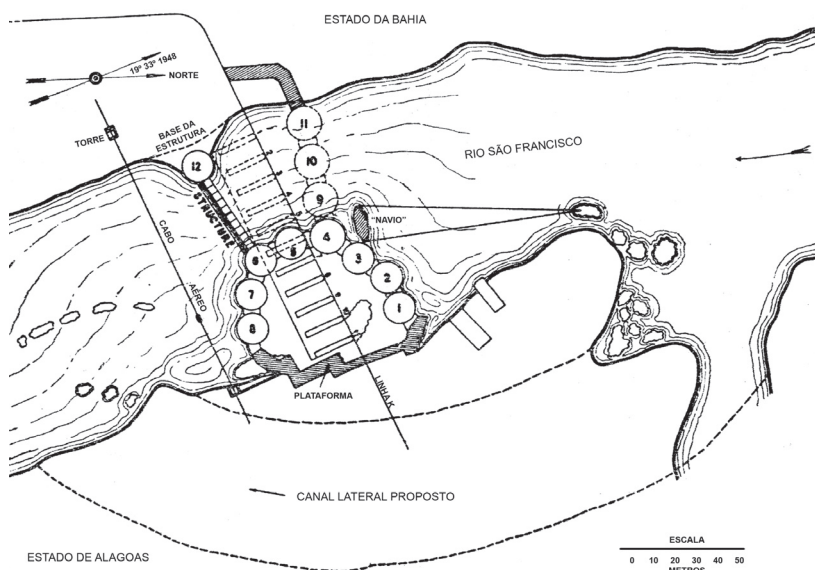


Fig. 2 – Plano geral dos trabalhos no braço principal

Como o nível da água durante a estiagem varia de 219 a 221 m, fixamos o nível superior da ensecadeira em 225 m na primeira etapa. Desse modo, a altura das células – e das estacas-pranchas, portanto – era em média de 14 metros. As especificações do “navio” foram enviadas a um especialista que estudou os detalhes e procedeu à sua fabricação.

A montagem do “navio” foi feita em uma rampa à margem do rio, em seguida procedeu-se ao seu lançamento, com alguns incidentes mas sem gravidade. O “navio” tinha amarras principais de uma centena de metros e se deslocava por meio de guinchos. No lugar apropriado, ele foi afundado para formar o anteparo. Verificou-se, todavia, a existência de correntes muito intensas sob ele, em consequência das irregularidades do fundo do rio. A obstrução foi realizada, apoiando-se estacas em T no lado montante do navio (fig. 3).

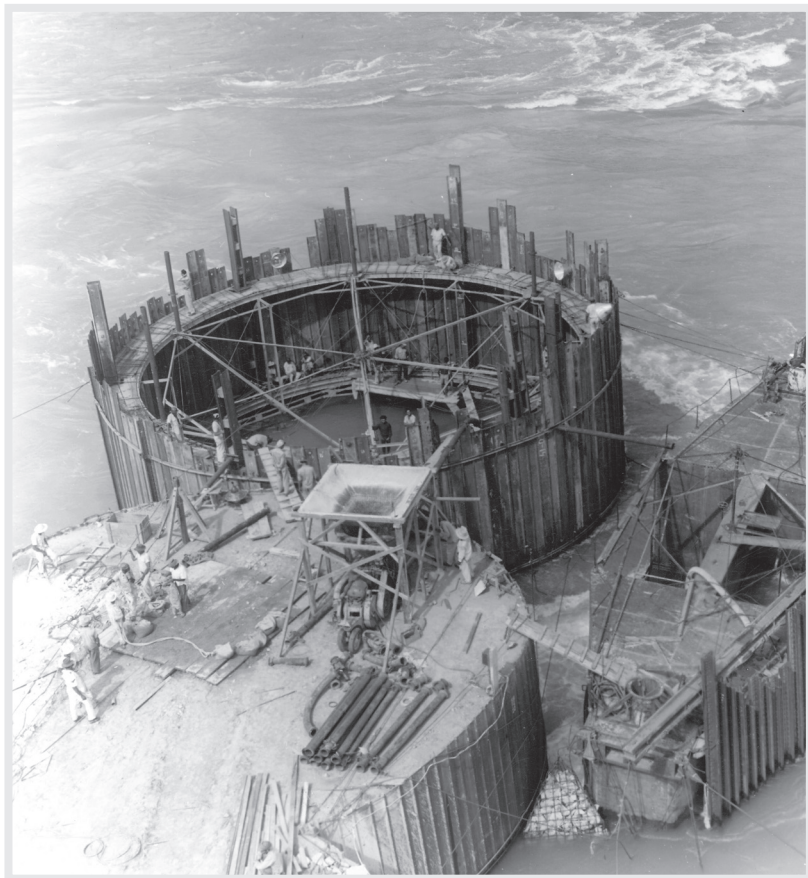


Fig. 3 – Construção da célula 4 sob a proteção do “navio”

EXECUÇÃO DA PRIMEIRA ETAPA

As células 1, 2, 3 e 4 foram construídas dessa maneira. As outras, 5, 6, 7 e 8, foram, em grande parte, protegidas da corrente pelas precedentes (fig. 4).

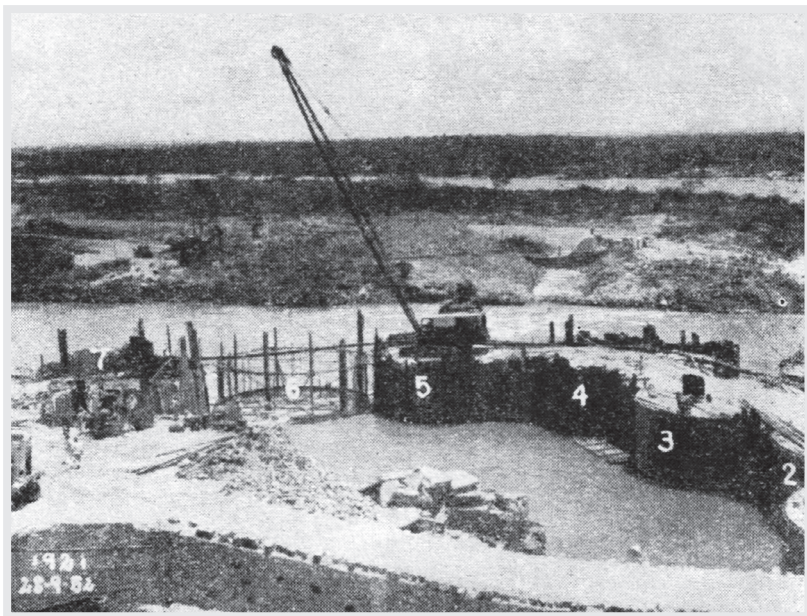


Fig. 4 – Colocação do gabarito da célula 6

Para prevenir incidentes devidos à irregularidade do leito, o fundo das células foi recoberto com uma camada de concreto seguida de areia.

No início do escoamento, verificou-se que a capacidade das bombas disponíveis (cerca de 2.000 l/seg) era ultrapassada pelas infiltrações. Como tínhamos sérias razões para pensar que as células estavam praticamente estanques, concluímos que as infiltrações eram produzidas entre as pedras grandes que recobriam o fundo da área cercada (*by-pass*). Em

seguida, percebemos que o leito do rio era formado por enormes blocos de 2 a 20 m³, constituindo uma base muito permeável: o que havia sido levantado pelas sondagens não era o verdadeiro fundo. Note-se que uma sondagem mais rigorosa teria sido bem mais demorada e custosa; a altura da barragem móvel não a justificava: poderíamos, por exemplo, escavar um poço vertical em uma das margens, depois um túnel sob o rio, tornando possível realizar sondagens de baixo para cima. Note-se, porém, que esses problemas não se restringiam ao método celular, por nós adotado.

Após injeções de cimento e de asfalto, as infiltrações foram reduzidas a um valor razoável e as bombas de escoamento passaram a controlá-las normalmente (algumas foram até deixadas de reserva).

Uma vez esvaziada a ensecadeira, foi possível iniciar os trabalhos de escavação e concretagem das fundações e dos pilares da barragem e constatar que o fundo era exatamente como se previa. Esses trabalhos de escavação foram os mais difíceis (mesmo se comparados à montagem das células na corrente impetuosa do São Francisco). Tratava-se de retirar a cobertura das pedras, misturada com cascalho e com areia retirada das células. A água de infiltração se acumulava nas cavidades (caldeirões), atingindo até 80 m³ e dificultando a secagem. Foi preciso fazer ensecadeiras auxiliares internas, assentadas também sobre uma base permeável, mas que permitia concretar etapa por etapa. Infelizmente esse procedimento causou um certo atraso: havíamos previsto dois meses para chegar ao nível da soleira das comportas, mas levamos quatro.

A despeito das dificuldades e de certo perigo que a obra apresentava, não tivemos nenhum acidente durante a montagem da ensecadeira e as escavações. A construção dos pilares acima da soleira e a montagem das comportas e da ponte rolante ocorreram normalmente (fig. 5).



Fig. 5 – Vista aérea da primeira etapa antes da desmontagem das células

SEGUNDA ETAPA (estrutura semiflexível)

Dessa maneira, terminamos a primeira etapa. Vejamos agora o que foi previsto para a segunda.

Antes de tudo, tratava-se de completar o fechamento do rio para colocar em operação a hidrelétrica cuja montagem está prestes a ser finalizada. Planejamos conservar as células 4, 5 e 6 da primeira etapa e erguer uma parede facilmente desmontável entre o pilar 7 e a célula 4. Esta, aliás, já fora construída a seco, simultaneamente aos pilares da primeira etapa.

Com as comportas fechadas, procederemos à desmontagem das células 3, 2 e 1 e, em seguida, das células 7 e 8. Depois disso, será possível pensar na montagem das células 9, 10 e 11, reduzindo a velocidade da água da margem direita com a abertura das comportas. Mesmo assim a correnteza é forte demais para que pudéssemos sonhar em montar as células sem proteção especial.

Tomando como fonte de inspiração o corte do rio Saguenay, na barragem de Chute-à-Caron, e o projeto da hidrelétrica Waneta, no rio Pend d'Oreille, Colúmbia Britânica (Canadá), pensamos primeiramente em jogar no rio, na altura da célula 6, um “obelisco”, um imenso prisma com 40 m de comprimento e 11 m de base, de construção lenta e delicada. Esse “obelisco” exigiria para seu lançamento uma base de grande resistência sobre a margem direita e um *perfeito conhecimento do leito*, seguindo seu eixo, o que não era possível, como vimos.

Diante dessas dificuldades, procuramos substituir o obelisco por algo “maleável”.

Como a velocidade da água é ligeiramente inferior a 4 m/seg quando consideramos uma vazão de 1.300 m³/seg, poderemos colocar sem muita dificuldade duas estruturas leves (20 toneladas) e semiflexíveis (fig. 6).

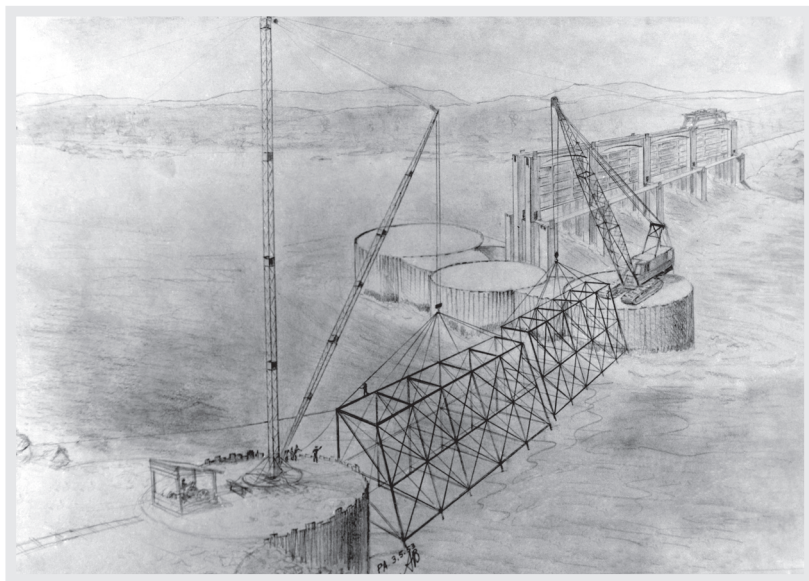


Fig. 6 – Colocação das “estruturas semiflexíveis”

Após terem sido colocadas no nível, essas estruturas receberão anéis de ferro de $\frac{1}{2}$ polegada no lado jusante, formando malhas de 25 cm. Convenientemente ancoradas, elas serão preenchidas por pedras de 30 cm aproximadamente que, retidas pelas grades, cairão no fundo, constituindo uma barreira que obrigará a passagem da água entre os pilares da primeira etapa (fig. 7).

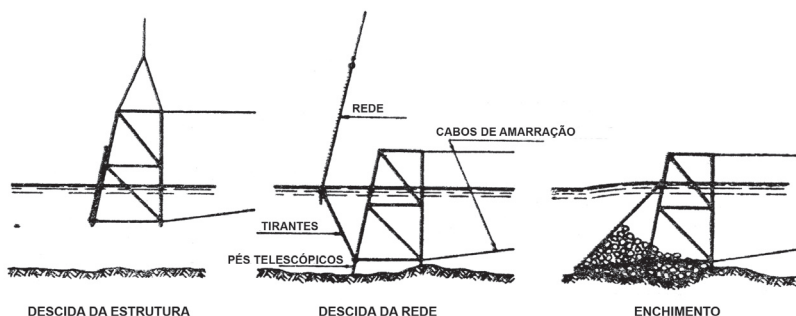


Fig. 7 – Método de construção do enrocamento (*rock-fill*)

Com as águas assim tranquilizadas, as células 9, 10 e 11 serão montadas sem dificuldade.

Será possível, então, proceder à escavação da segunda metade da barragem móvel. Mais tarde, após o fechamento das comportas da margem esquerda, poderemos proceder – praticamente a seco – à desmontagem das células 5 e 6, do enrocamento (com ainda mais facilidade pelo fato de ser ele constituído por elementos de pequena dimensão) e das “estruturas semiflexíveis”. Isso permitirá a construção das fundações e do pilar 6. A água será então desviada para a tomada d’água e para as outras barragens móveis, o que não era possível no início da obra, graças à evolução dos demais trabalhos.

Pode-se indagar por que o “navio” não será utilizado nesta etapa. O estudo das variações dos fluxos em função do estrangulamento da seção mostrou que mesmo na hipótese de construção das células 9 e 11 sem a utilização do enrocamento de jusante, a velocidade da corrente entre essas duas células ultrapassaria os 11 m/seg. Nessas condições, a carga de ruptura dos cabos de amarração do “navio” seria ultrapassada várias vezes, e o deslocamento exigiria guinchos extremamente poderosos.

Durante a primeira etapa, fazendo uso de processos inusitados, fomos experimentando aos poucos, buscando sobretudo a maior segurança possível em face da “rusticidade” da maioria do pessoal empregado. Mas esperávamos que a experiência adquirida nos fizesse ganhar tempo durante os trabalhos da segunda etapa.

CONCLUSÃO

Em nossa opinião, o “navio” e a “estrutura semiflexível” permitem resolver, de modo relativamente simples, o fechamento de rios profundos e de fluxo violento. O anteparo móvel constituído pelo “navio” tem grande mobilidade e preço reduzido, e a “estrutura semiflexível” permite o preenchimento com pedras de pequenas dimensões, fáceis de colocar e retirar.

RESUMO

No lugar onde a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco teve de construir uma das partes móveis da barragem que represará as águas do rio São Francisco, este é relativamente estreito, mas profundo e impetuoso. Como mostraram as sondagens – aliás imperfeitas –, o fundo é extremamente irregular. Daí a grande dificuldade de secar o leito.

Três soluções foram consideradas para resolver o problema:

- a) enrocamento e desvio do rio (uma só etapa)
- b) *crib cofferdam* (duas etapas)
- c) ensecadeira do tipo celular (duas etapas).

Esta última foi a escolhida. Como não era possível montar as células sem proteção especial contra a correnteza, utilizou-se um caixão flutuante (chamado “navio”) ao abrigo do qual se podia trabalhar sem perigo. A montagem dessa primeira etapa da ensecadeira foi levada a bom termo e permitiu – depois de certas dificuldades – a construção da primeira metade da barragem móvel.

É preciso agora, depois da desmontagem da primeira etapa da ensecadeira, construir a segunda metade da barragem móvel. Como não é possível utilizar de novo o caixão flutuante, tendo em vista o aumento da velocidade da corrente, construir-se-á a jusante das células a montar um enrocamento cujos elementos encherão duas “estruturas semiflexíveis” que farão o papel de armação. Será fácil trabalhar no remanso criado por esse enrocamento.

Os processos do “navio” e da “estrutura semiflexível” apresentam-se bastante “maneáveis” e relativamente econômicos. Podem ser utilizados com vantagem nos trabalhos em rios profundos e de águas tumultuosas.

Índice onomástico

ACKERMAN, Adolph J. 34, 36, 37, 60

ABREU, Hélio Gadelha de 29

ADERNE, Silvio 29

ALENCASTRO ver SILVA, José Antônio de Alencastro e

ALMADA, Gerson 54

ALONSO, Nelson 53

AMON, Jorge 42, 44, 45, 63

ANDRADE, Fausto Soares de 29

ANTUNES, José 54

BALANÇA, André Jules 13-16, 19, 20, 27, 29, 32, 38, 45, 49, 54, 70

BALANÇA, Dina 20

BALANÇA, Ivon 20

BALANÇA, Marie Peybernes 20

BALANÇA, Michel 20

BALANÇA, Nelly Corina Sodré de Magalhães 14, 20, 44, 45

BALANÇA, Paul 20
BASS, Clark Neil 36, 61
BECQUEREL, Henri 57
BLANCHET, Maurice 50
BORGERTH, Eduardo 57
BRITO, Francisco Saturnino Rodrigues de 50, 67
BRITO FILHO, Francisco Saturnino Rodrigues de 67
BUJNICK, André 29

CAFÉ FILHO, João 41
CARVALHO, José Marcondes Brito de 40, 61
COELHO, Geraldo de Souza 29
COSTA, Jason Marques da 28, 29, 37, 59
CURIE, César 22, 57
CURIE, Maria Skłodowska 22, 57
CURIE, Pierre 22, 57

DUTRA, Eurico Gaspar 24, 25, 58

ESCANDE, Léopold Charles Marie Jean-Baptiste 13, 21-25, 28, 39, 42, 51, 57, 62

FERNANDES, Frederico Nicholas 46
FERRAZ, Octavio Marcondes 13-16, 23-25, 29-31, 34, 37, 39, 40, 58-60, 70
FREITAS, Júlio Miguel de 29, 37

GOMES, Dário José Gonçalves 46, 47, 65
GOUVEIA, Delmiro 58
GUINLE, Guilherme 57

HABERLEHNER, Hermann 48, 66
HEINZELMANN, Hans Luiz 42-45, 47, 49, 54, 63

IKLODY, Erwin 29

IWANOW, Cyril 29

KOK, Cristiano 54

LACERDA, Múcio Mendonça de 29

LALANGUE, Pierre 42, 62

LLANO, Raul Garcia 48, 66

MARCHETTI, Domingos 28, 37, 59

MARCONDES BRITO ver CARVALHO, José Marcondes Brito de
MEDEIROS, Humberto Baltar de 29

MONTENEGRO, Roberto de Azevedo 29

MOTA, Lenine de Melo 29

MOURA, Erasmo 45, 46

NIGRI, Alfredo David 28, 59

PEREIRA, Amaranto Lopes 42, 52, 62

PEREIRA, Paulo Roberto 53

POLINÉSIO, Julia Marchetti 59

PORLIEBIN, Nicolai 29

POUGY, Adherbal de Miranda 52, 57

QUEIROZ, Eunápio Peltier de 47, 65

QUEIROZ, Humberto 47

RABELO, César de Sá 57

REZENDE, Dermeval Vieira de 29, 37

REZENDE, Fernando de 29

ROCHA, José Gelázio da 50, 67

ROOSEVELT, Franklin Delano 61

ROSSI CUPPOLONI, irmãos 52-54

SANTIAGO, Raimundo Carneiro 28, 59

SANTIAGO, Theodomiro 59

SARCINELLI, Reginaldo Rebuzzi 29

SCHREIBER, Gerhard Paul 45, 48, 64

SILVA, José Antônio de Alencastro e 40, 61

SOUZA, Antônio José Alves de 15, 30, 37, 60

SOUZA, José Martins de 29

STEIN, Jiri 29

VARGAS, Milton 48, 66

WOOD, Ernani 29

A J. Sholna Reproduções
imprimiu 1.500 exemplares
deste livro em papel Alta
alvura 90 g/m², com capa em
papel Couchê mate 120 g/m²,
em julho de 2011.

Em depoimento ao Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, o engenheiro francês André Jules Balança lembra sua participação em numerosos empreendimentos do setor elétrico brasileiro. Ele rememora, em especial, a construção da usina de Paulo Afonso I e o período de trabalho na Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf) como assistente do engenheiro Octavio Marcondes Ferraz, autor do projeto da usina. Além da entrevista, o livro contém um artigo de Marcondes Ferraz e Balança sobre o fechamento do braço principal do rio São Francisco em Paulo Afonso, maior desafio das obras do aproveitamento hidrelétrico que transformou radicalmente o panorama da oferta de energia na região Nordeste na década de 1950.

Centro da Memória da Eletricidade no Brasil
www.memoria.eletrobras.gov.br



ISBN 978-85-85147-84-6



9 788585 147846

Patrocínio

